









Tema : Filtros granulares

José Luis Pérez Talavera

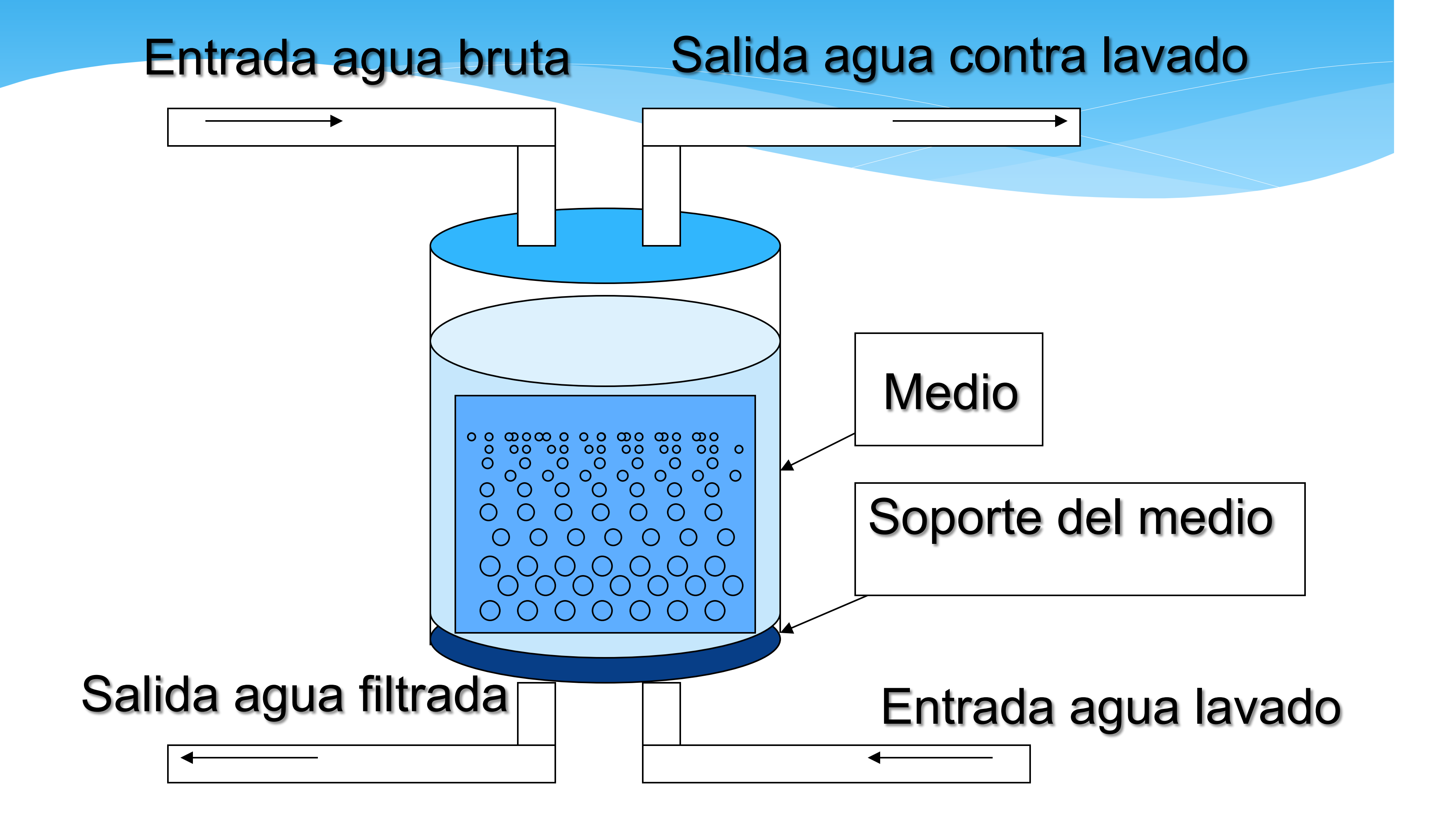
Las Palmas 29 de Octubre al 13 de Noviembre 2.021

Filtración granular

Es la que se realiza sobre lechos de diversos materiales granulares.

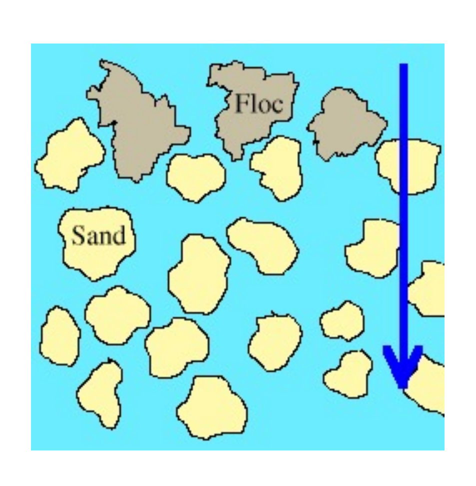
Funcionamiento: se hace pasar el fluido por el lecho, bien por gravedad o bien por presión, quedando retenidos la mayor parte de los sólidos en suspensión. El lecho se va ensuciando progresivamente con la retención de sólidos, hecho detectado por un incremento de presión diferencial y una perdida de calidad y caudal, que nos indica el momento de realizar el lavado del medio filtrante.

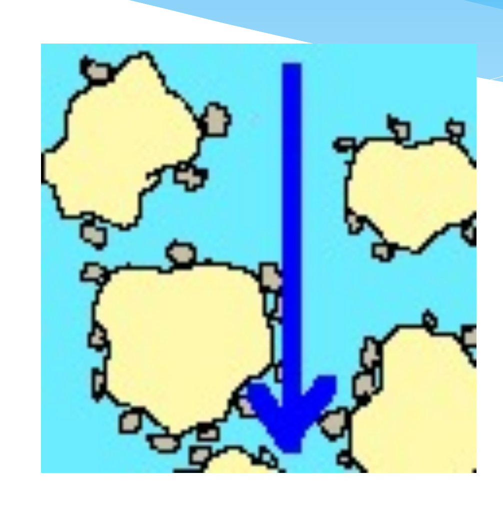
Conexiones

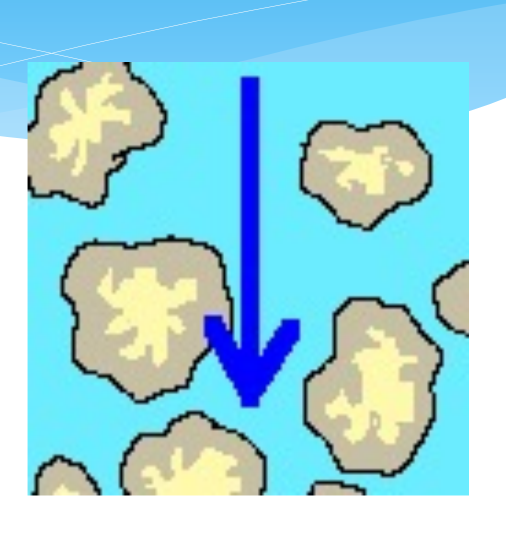


Entrada agua bruta
Salida agua contra lavado
Medio
Soporte del medio
Salida agua filtrada
Entrada agua lavado

Modos de remoción







Superficie

Adsorción

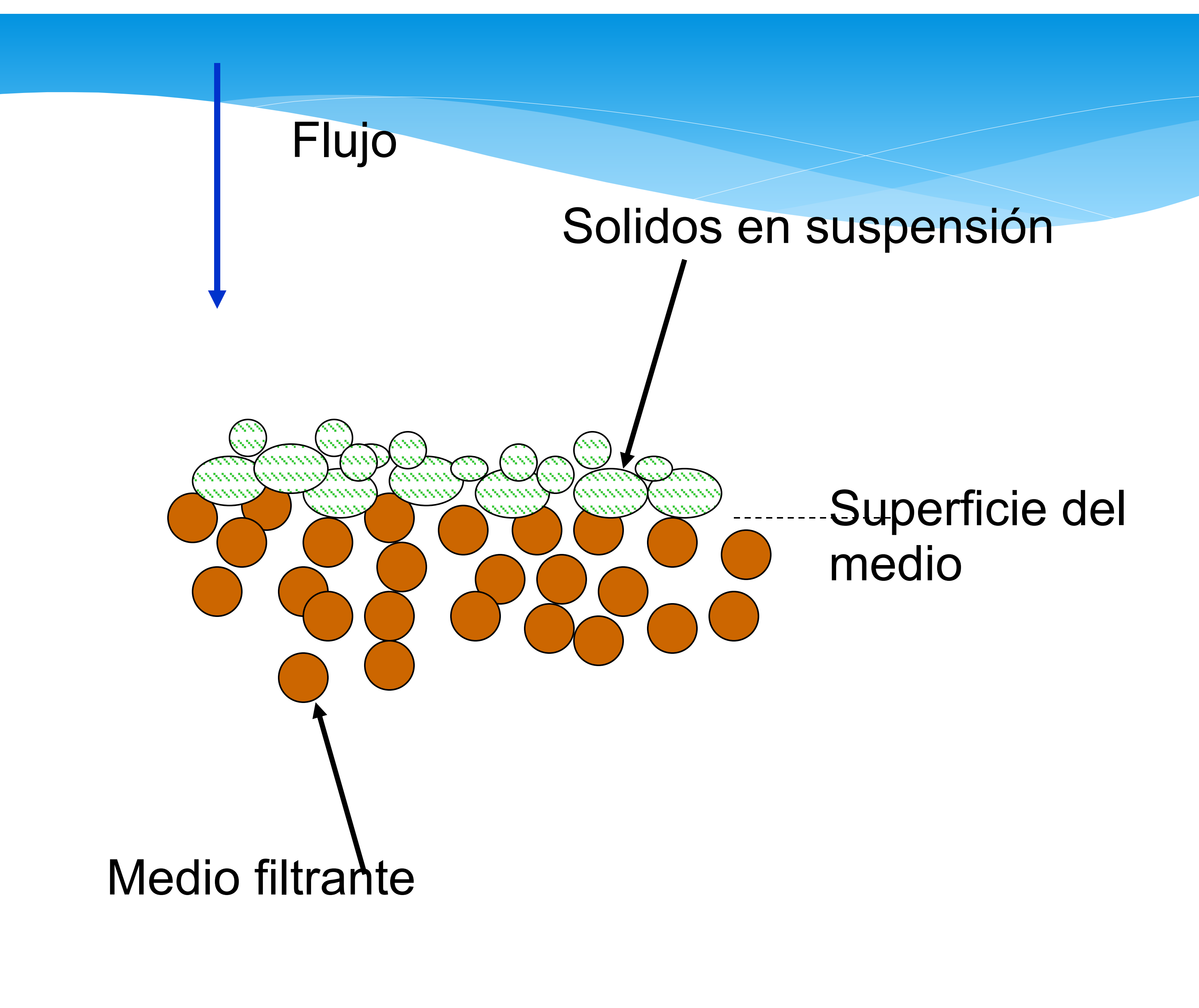
Deposición

Modos de remoción

•En superficie (“straining”)

Tamizado mecánico causado por la capa de SS que se forma en la superficie de la masa filtrante.

Este tipo de remoción debe evitarse debido a la excesiva perdida de carga originada por la compresibilidad de la capa de SS.

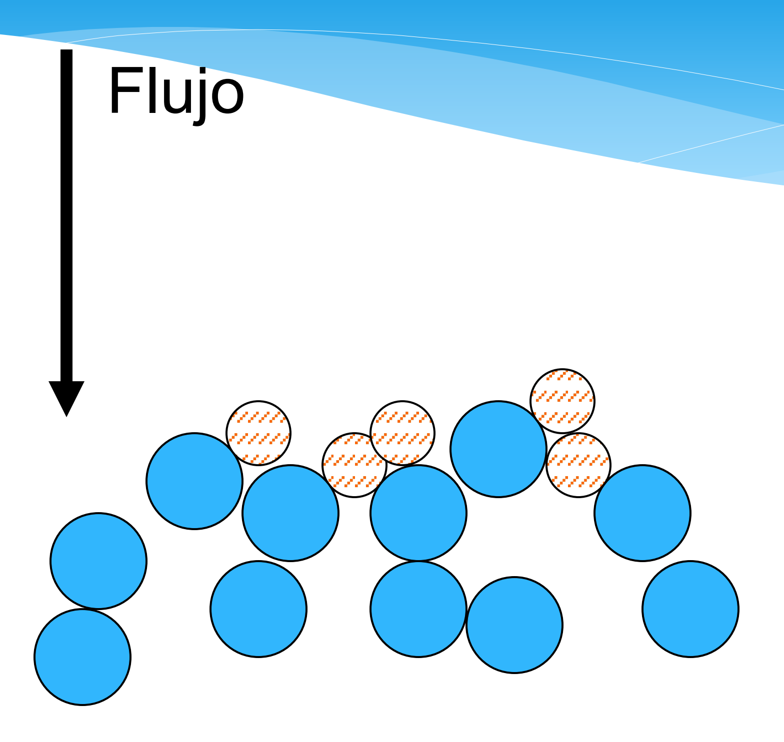

Flujo
Solidos en suspensión
Superficie del medio
Medio filtrante

Modos de remoción

- *En profundidad*

* Es la que ocurre dentro de la masa del medio filtrante. Hay dos tipos: Deposición y adsorción.

* <u>Deposición (“Interstitial straining”)</u>
* Las partículas quedan atrapadas en los huecos existentes entre los granos del medio.



SS

Granos del medio

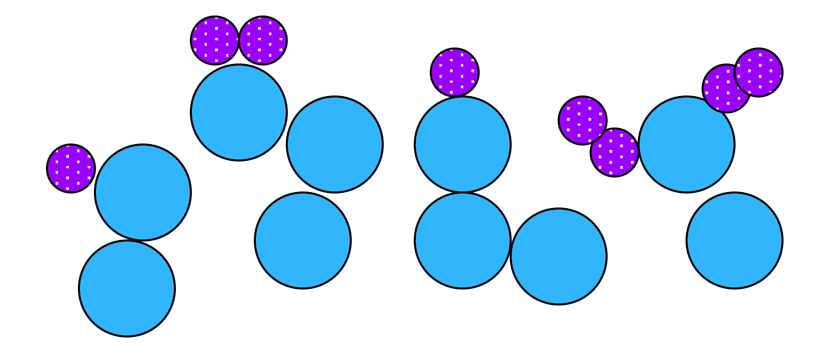
Modos de remoción

* Adsorción

  Los SS son pegadizos bien por adición de coagulantes o por naturaleza (arcillas, algas, bacterias, etc).

  Es fácil para los SS adherirse primero a la superficie de los granos y posteriormente a la capa de SS existente en la superficie de los granos del medio filtrante.





SS

Granos del medio

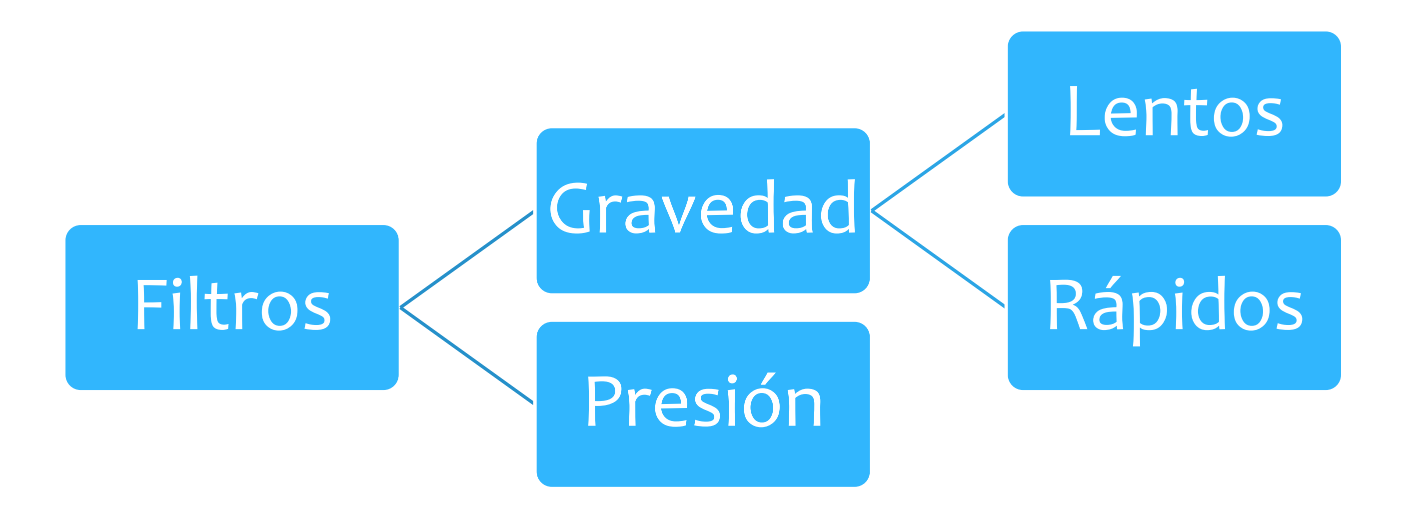
Modos de remoción

* En general los tres mecanismos de remoción ocurren al mismo tiempo durante el filtrado. La predominancia relativa de estos mecanismos depende de:
- Tipo de medio filtrante
- Tipo de SS
- Temperatura
- Caudal
- Profundidad del lecho
- Tiempo

Limite de calidad para filtrar

* Los limites máximos de calidad de un agua para poderse filtrar son aproximadamente:
* SST : 70 ppm
* NTU: 50
* Valores mayores exigen una fase previa de decantación

Clasificación de los filtros



FILTROS GRANULARES

<u>Flujo descendente</u>:

Presión (Cerrados)

Gravedad (Abiertos)

<u>Flujo ascendente</u>

Atmosféricos – (Lavado en continuo)

Filtros a presión o cerrados



-Disposición horizontal o vertical

-Velocidades de 6 a 25 $m^3/h/m^2$

-Construidos en en acero al carbono ebonitados o en PRFV

-Limpieza: agua y aire



A presión verticales



A presión horizontales



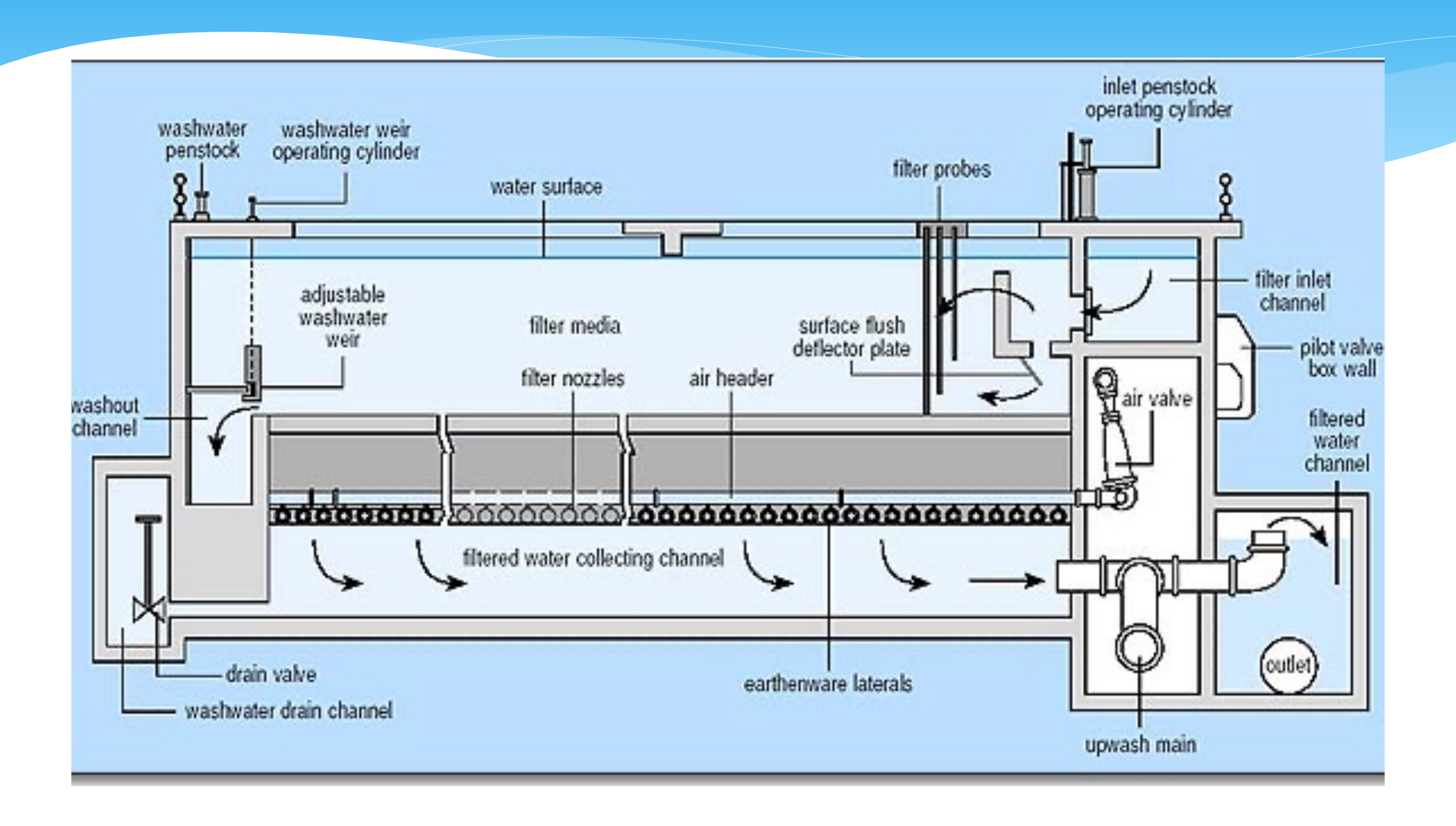
Disposición interna



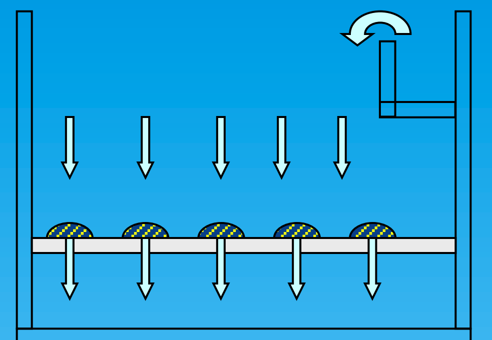
Filtros de gravedad

Los filtros de gravedad suelen ser de forma rectangular y el agua entra por un canal lateral superior, que actúa como vertedero y se desplaza a través del lecho filtrante, pasando a una cámara inferior, separada por un falso fondo dotado de boquillas colectoras, que dejan pasar el agua pero no el material filtrante. La altura típica de los lechos filtrantes suele ser del orden de un metro a metro y medio.

Sección de un filtro de gravedad



Filtro de gravedad vacio



Filtro de gravedad en filtración



Filtro de gravedad de flujo ascendente y lavado en continuo



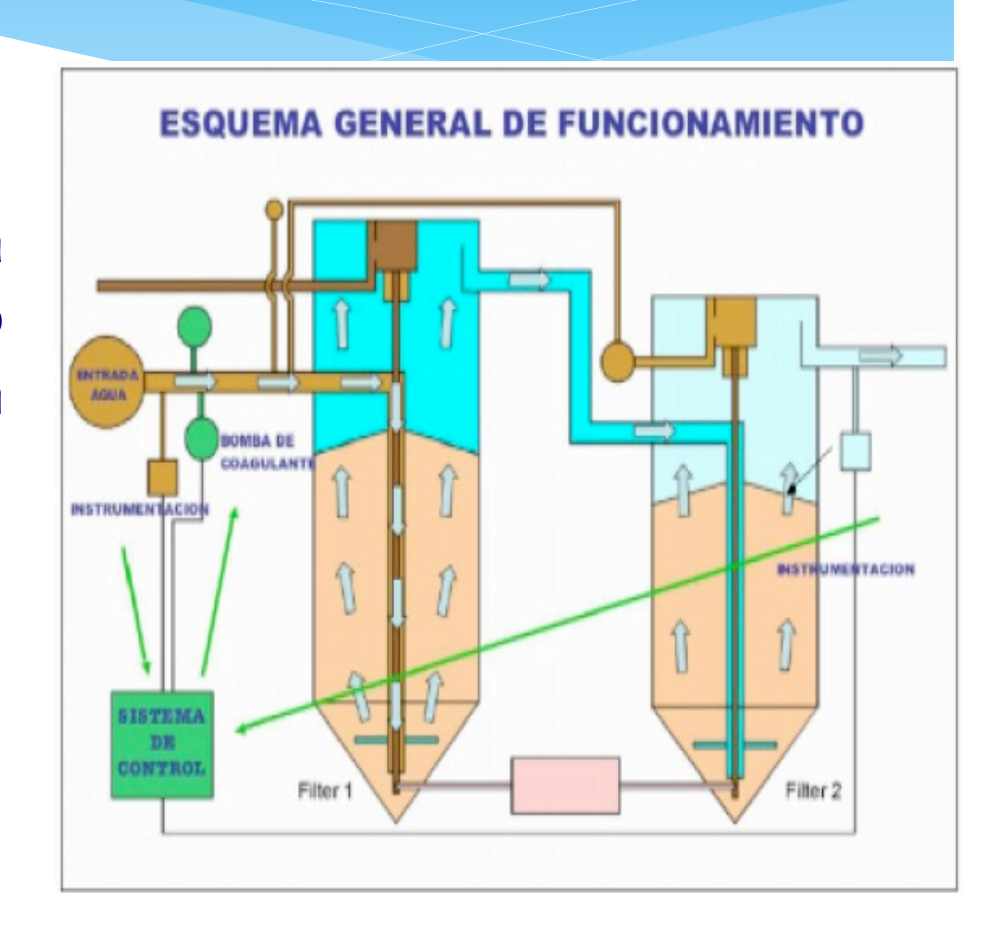
Filtros de flujo ascendente y lavado en continuo

Tienen varias ventajas;

No es necesario parar para efectuar el lavado, por lo que la filtración es en continuo

Mejor lavado de la arena

Pérdida de carga constante, etc



Filtros de flujo ascendente y lavado en continuo

* Son ideales para tratar agua de secundario
* Tienen un rendimiento muy alto: >90 %
* Tienen como ventaja añadida el que eliminan fosfatos, algo muy importante si el agua se va a desalinizar.
* El lavado de la arena es el mejor, aire mas agua en continuo.
* La mayor parte de la arena está limpia

Modos de los filtros a presión

-Caudal constante: El caudal se regula mediante válvula de entrada y necesita caudalimetro individual.

-Caudal variable: Se permite que el filtro se autorregule en función de la pérdida de carga. (Mayor al principio del ciclo y menor al final)

Modos de los filtros de gravedad

Nivel constante: la pérdida de carga se regula mediante una válvula a la salida del filtro, comandada por un nivel

Nivel variable: se permite que el filtro se autorregule en función de la pérdida de carga incrementando su nivel

Funcionamiento filtros

* Según la velocidad de funcionamiento los filtros de gravedad se dividen en lentos y rápidos.
* Originalmente eran lentos, pero se fue aumentando la velocidad, y hoy día se diseñan rápidos, aunque en EEUU todavía se siguen fabricando lentos.

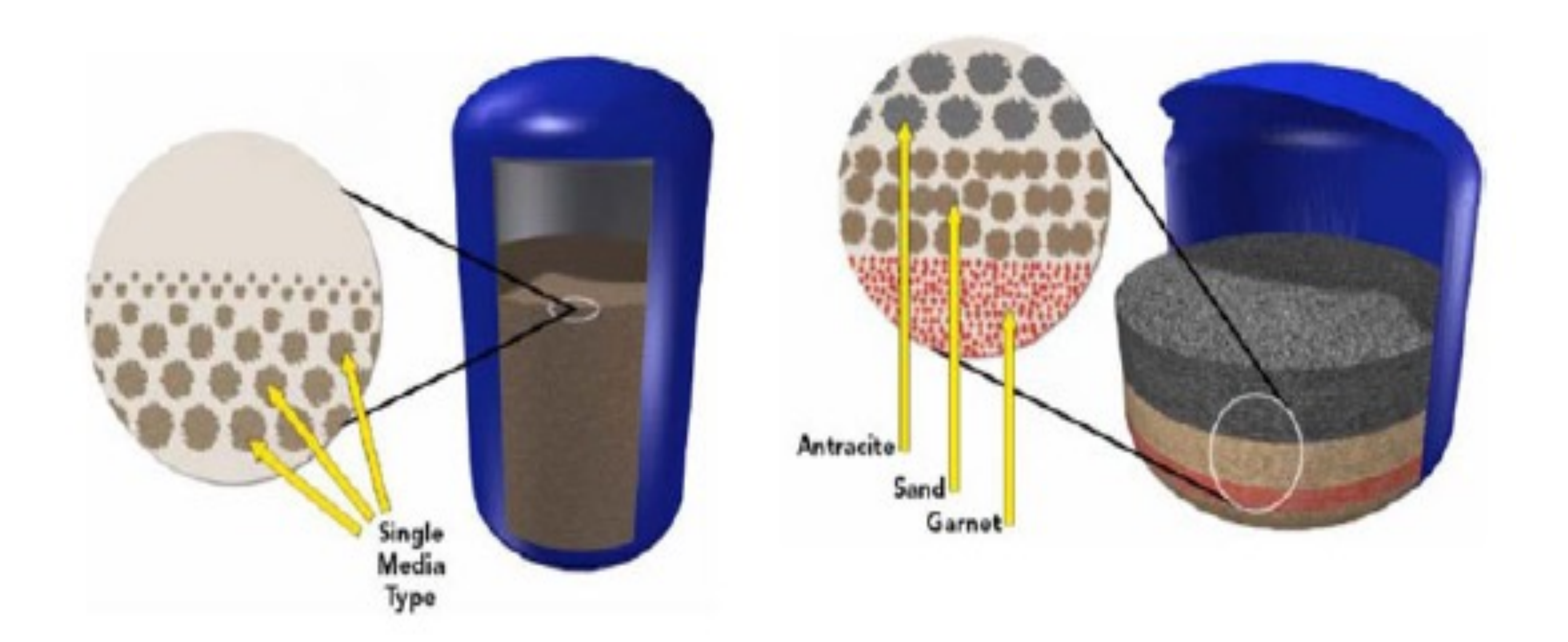
* Los filtros a presión son todos rápidos.

Elementos de un filtro

* Sistema de distribución de la alimentación
* Medios filtrantes
* Medios de soporte
* Falso fondo
* Boquillas
* Sistemas sin falso fondo
* Sistema “Leopold”
* Cámara de agua filtrada

Según el medio filtrante

- **Monocapa**: Material único como lecho filtrante.(SMF)
- **Multicapa**: Material único con diferentes granulometrías.
- **Multimedio:** Varios medios distintos (DMF-MMF)



Porcentajes de remoción

* 1ª etapa: 60 – 80 % de SST
* 2ª etapa: 90 – 95 % de SST
* Filtros monocapa (SMF): Hasta 40 micras
* Filtros 2 medios (DMF) : Hasta 10 micras
* Filtros 3 medios (MMF) : Hasta 5 micras

Porcentajes de remoción

Tamaño de Particulas	Monocapa	Multimedio
20 a 50 micras	95 %	97 %
5 a 10 micras	35 %	50 %
1 a 5 micras	10 %	25 %

Medios filtrantes



Materiales

Antracita

Arena

Granate

Grava

(Otros : Piedra pómez, Cristal, etc.)

Materiales filtrantes mas usuales

Material:	Granulometría (mm)	Coeficiente de uniformidad	Densidad aparente (kg/m^3)
Antracita (anthracite)	0,8-1,6	≤ 1,5	730
Arena (sand)	0,4-0,8	≤ 1,5	1.500
Granate (garnet)	0,3 – 0,6	≤ ,6	4.100



Muestra de arena.



Muestra de antracita.



Muestra de granate.

Antracita

* Se usa por ser el carbón de mayor dureza y pureza.
* Debido a su baja densidad, es ideal para se colocado en la capa superior, donde necesitamos un grano de tamaño grande y de densidad baja, para que después del contra lavado se estratifique el medio y vuelva a quedar en la superficie.
* Debido al tamaño usado solo elimina partículas grandes, pero tiene la ventaja de que filtra en profundidad, por lo que puede remover gran cantidad de SS con una perdida de carga pequeña.

Arena

* Es el material “clásico” de filtración desde la antigüedad.
* Usado con diferentes granulometrías y en todo tipo de combinaciones, tanto monocapa, monomedio o multimedio.
* Tiene el inconveniente que filtra en superficie, por lo que produce una perdida de carga alta.

Granate

* Se usa como elemento de afino, obteniéndose una calidad de filtrado muy buena.
* Su alta densidad le asegura una buena estratificación después del lavado.
* Su mayor precio que la arena hace que muchas veces no se instale.

Justificación

* A pesar de lo obvio de lo anteriormente expuesto, de vez en cuando se ven instalaciones donde la arena va antes que el carbón o donde solo hay carbón.

Densidades

Antracita:	1,4 – 1,6
Arena:	2,5 – 2,8
Grava:	2,5 – 2,8
Granate:	4,1

Justificación

* Como es normal, la filtración se hace escalonada, removiendo primero las partículas mas grandes y posteriormente las mas pequeñas.
* Para ello necesitamos una primera etapa de grano grueso y baja densidad, seguida de otra de grano pequeño y densidad mayor y por ultimo un grano muy pequeño con densidad muy alta.
* Por eso se usan la antracita, seguida de la arena y el granate.

Características de los medios filtrantes

–**Talla efectiva**: Se define como talla efectiva la medida correspondiente a la malla por la que pasa un 10% de las partículas del medio filtrante (equivalente a la retención del 90% en peso)

–**Coeficiente de Uniformidad**: Relación entre la medida correspondiente a la malla por la que pasa el 60% del medio y la del 10%

–Una arena para filtración se considera buena cuando su coeficiente de uniformidad es inferior a 2 y si es posible próximo a 1,5

Antracita



-TECHNIEK B.V. Filtermedia for Watertreatment

Hydraulic Datasheet	*Aqua-cite* according to EN 12909	QMS-No. GBH11111

General

Aqua-cite is selected, natural, hard, clean anthracite and is used in single-layer or in dual media filters for the purification of all kinds of water including potable, waste, process and swimming-pool water.

Particle size distribution

Maximum particle size	mm	**1.6**	**2.0**	**2.5**	**4.0**
Minimum particle size	mm	**0.8**	**1.2**	**1.4**	**2.5**
Oversize percentage	mass-%	< 5	< 5	< 5	< 5
EN 12909 *)	mass-%	< 5	< 10	< 10	< 10
Undersize percentage	mass-%	< 5	< 5	< 5	< 5
EN 12909 *)	mass-%	< 5	< 10	< 10	< 10
*) In dual media filters under- and oversize should not exceed 5 %.					
Size characteristics (average figures)					
d_1	mm	0.71	0.89	1.06	1.64
d_3	mm	0.79	1.11	1.38	2.26
d_5	mm	0.83	1.21	1.46	2.53
d_{10}	mm	0.91	1.30	1.55	2.66
d_{50}	mm	1.19	1.63	1.89	3.21
d_{60}	mm	1.24	1.70	1.97	3.33
d_{80}	mm	1.48	1.87	2.24	3.77
d_{95}	mm	1.55	1.93	2.34	3.94
Effective size d_{10}	mm	0.91	1.30	1.55	2.66
Uniformity coefficient U	-	1.37	1.31	1.27	1.25
Hydraulic size d_h	mm	1.15	1.57	1.85	3.09

Density

Density	g/cm³	1.4	1.4	1.4	1.4
EN 12909	g/cm³	1.35-1.6	1.35-1.6	1.35-1.6	1.35-1.6
Bulk density	kg/m³	710	720	720	730
EN 12909	kg/m³	650-1000	650-1000	650-1000	650-1000

Attrition loss

Just 0.4 % attrition loss during 3 years backwashing.

Arena



-TECHNIEK B.V. Filtermedia for Watertreatment

Hydraulic Datasheet	***Aqua-sand*** according to EN 12904, Type 1	QMS-No. GBH12111

General

Aqua-sand is a 100 % natural silica sand, through an elaborate refining process, together with constant quality control, elevated to a top quality media – free of clay, dust, organic matter or any other contamination, thus meeting all international standards.

Particle size distribution

Maximum particle size	mm	**0.8**	**1.0**	**1.25**	**1.6**	**2.0**
Minimum particle size	mm	**0.4**	**0.63**	**0.71**	**1.0**	**1.0**
Oversize percentage	mass-%	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
EN 12904 *)	mass-%	< 5	< 5	< 5	< 10	< 10
Undersize percentage	mass-%	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
EN 12904 *)	mass-%	< 5	< 5	< 5	< 10	< 10
*) In dual media filters under- and oversize should not exceed 5 %.						
Size characteristics (average figures)						
d_1	mm	.40	.64	.64	.90	.96
d_3	mm	.43	.67	.67	.98	1.00
d_5	mm	.44	.69	.70	1.02	1.04
d_{10}	mm	.47	.72	.75	1.06	1.10
d_{50}	mm	.61	.84	.91	1.28	1.46
d_{60}	mm	.64	.86	.94	1.34	1.54
d_{90}	mm	.74	.92	1.07	1.50	1.83
d_{95}	mm	.78	.95	1.12	1.56	1.90
Effective size d_{10}	mm	.47	.72	.75	1.06	1.10
Uniformity coefficient U	-	1.35	1.18	1.26	1.25	1.40
Hydraulic size d_h	mm	.59	.83	.90	1.26	1.40

Density

Density	g/cm³	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
EN 12904	g/cm³	2.5-2.8	2.5-2.8	2.5-2.8	2.5-2.8	2.5-2.8
Bulk density	kg/m³	1500	1500	1500	1500	1500
EN 12904	kg/m³	1400-1700	1400-1700	1400-1700	1400-1700	1400-1700

Granate



-TECHNIEK B.V. Filtermedia for Watertreatment

Hydraulic Datasheet	*Aqua-garco* according to EN 12910	QMS-No. GBH14111_2

General

Aqua-garco is a naturally occurring mineral (known as ***almandite***) with uniform physical, chemical, hardness and microstructure characteristics, which provide the essential properties for a wide variety of industrial uses.

Particle size distribution

Maximum particle size	mm	**0.6**	**0.95**	**2.3**
Minimum particle size	mm	**0.3**	**0.5**	**1.4**
Oversize percentage	mass-%	< 5	< 5	< 5
EN 12910 *)	mass-%	< 5	< 5	< 10
Undersize percentage	mass-%	< 5	< 5	< 5
EN 12910 *)	mass-%	< 5	< 5	< 10
*) In dual media filters under- and oversize should not exceed 5 %.				
Size characteristics (average figures)				
d_1	mm	0.27	0.40	1.35
d_3	mm	0.30	0.46	1.40
d_5	mm	0.32	0.51	1.44
d_{10}	mm	0.33	0.54	1.49
d_{50}	mm	0.40	0.69	1.75
d_{60}	mm	0.41	0.72	1.82
d_{90}	mm	0.53	0.91	2.08
d_{95}	mm	0.58	0.94	2.13
Effective size d_{10}	mm	0.33	0.54	1.49
Uniformity coefficient U	-	1.24	1.33	1.22
Hydraulic size d_h	mm	0.40	0.69	1.75

Density

Density	g/cm³	4.1	4.1	4.1
EN 12910	g/cm³	4.1	4.1	4.1
Bulk density	kg/m³	2250	2250	2250
EN 12910	kg/m³	2150-2250	2150-2250	2150-2250

Grava



Hydraulic Datasheet	*Aqua-gravel* according to EN 12904, Type 1	QMS-No. GBH13111

General

Aqua-gravel is from the same source as *Aqua-sand* but represents the coarse sizes of this silica product.

Particle size distribution

Maximum particle size	mm	**3.15**	**5.6**	**8**	**16**	**32**	**63**
Minimum particle size	mm	**2.0**	**3.15**	**5.6**	**8**	**16**	**32**
Oversize percentage	mass-%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
EN 12904	mass-%	< 10	< 10	< 15	< 15	< 15	< 15
Undersize percentage	mass-%	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
EN 12904	mass-%	< 10	< 10	< 15	< 15	< 15	< 15
Size characteristics (average figures)							
d_1	mm	1.6	2.6	4.1	6.5	13.5	20.1
d_3	mm	1.8	2.9	4.9	7.4	16.7	27.6
d_5	mm	2.0	3.1	5.3	7.9	17.4	31.9
d_{10}	mm	2.1	3.3	5.7	8.5	18.6	34.5
d_{50}	mm	2.38	4.1	6.5	11.1	23.1	45.6
d_{60}	mm	2.44	4.3	6.6	11.7	24.2	48.2
d_{90}	mm	3.1	5.1	7.3	14.5	28.8	60.4
d_{95}	mm	3.2	5.5	7.6	15.7	30.7	63.5
Effective size d_{10}	mm	2.1	3.3	5.7	8.5	18.6	34.5
Uniformity coefficient U	-	1.18	1.29	1.26	1.37	1.30	1.40

Density

Density	g/cm³	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
EN 12904	g/cm³	2.5-2.8	2.5-2.8	2.5-2.8	2.5-2.8	2.5-2.8	2.5-2.8
Bulk density	kg/m³	1500	1500	1500	1500	1500	1500
EN 12904	kg/m³	1400-1700	1400-1700	1400-1700	1400-1700	1400-1700	1400-1700

Normativa a cumplir

* Antracita: EN 12.909
* Arena: EN 12.904
* Granate: N 12.910

Parámetros de calidad

* Dureza (Mohs)
* Solubilidad en acido
* Humedad
* Cantidad de carbono
* Cantidad de sílice
* Perdidas por colisión
* Coeficiente de uniformidad

–SOPORTES DE LA FILTRACIÓN

–Aunque hay sistemas más sencillos, normalmente los filtros se construyen con una placa de falso fondo sobre el que se coloca el medio filtrante y unas boquillas colectoras que recogen el agua filtrada dejándolas pasar a la cámara inferior del filtro.

–Algunos sistemas sencillos utilizan en su lugar colectores con ramificaciones de tubos menores en forma de espina de pescado y orificios.

Falso fondo y boquillas



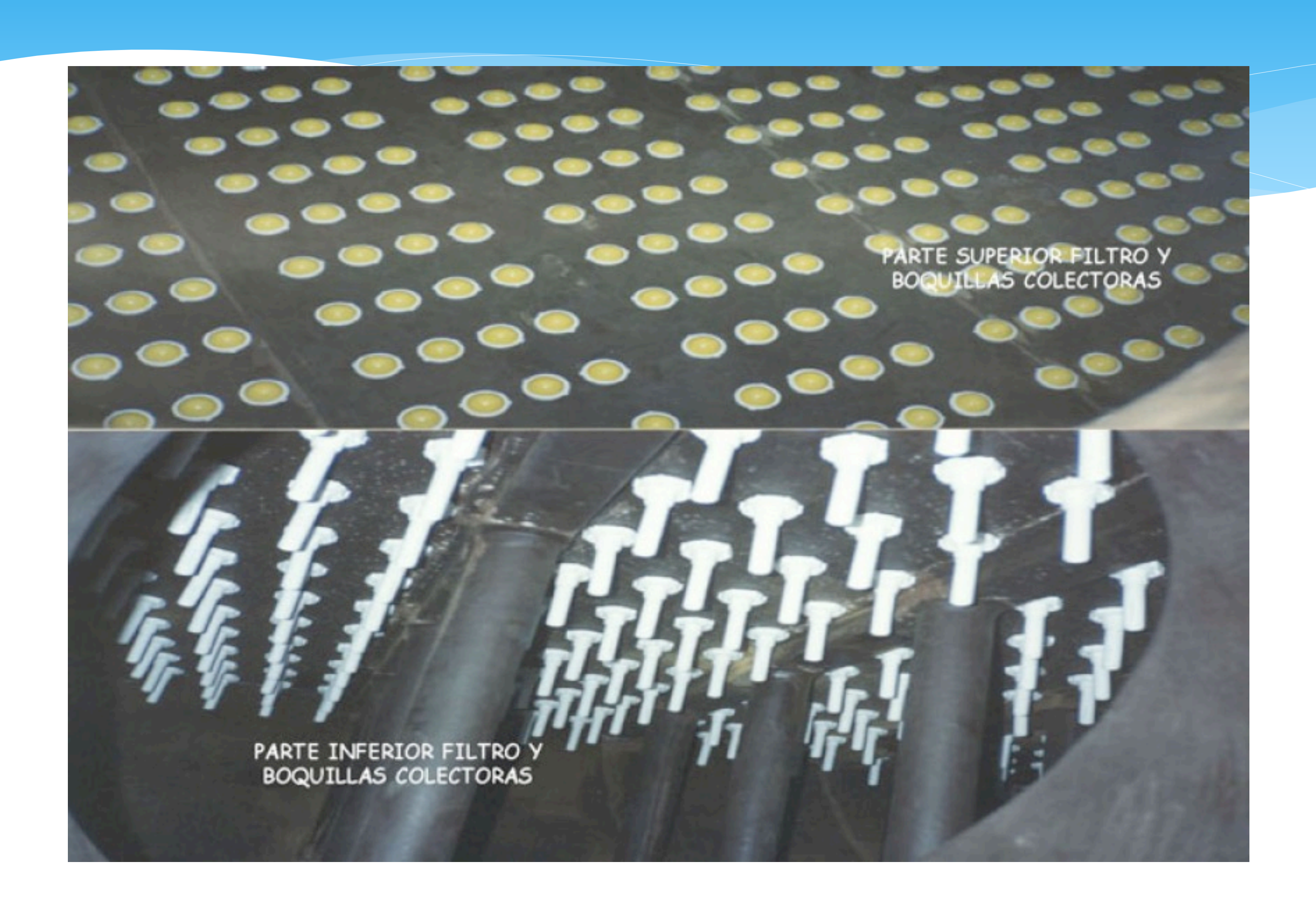
Falso fondo y boquillas



Boquillas



Boquillas


PARTE SUPERIOR FILTRO Y
BOQUILLAS COLECTORAS
PARTE INFERIOR FILTRO Y
BOQUILLAS COLECTORAS

Boquillas

Densidad: 50 - 60 unidades por m^2

Ranuras: 0.2 – 0.35 – 0.5 – 0.8 – 1.0 mm.

Las mas usadas son las de 0.35 y 0.5 mm.

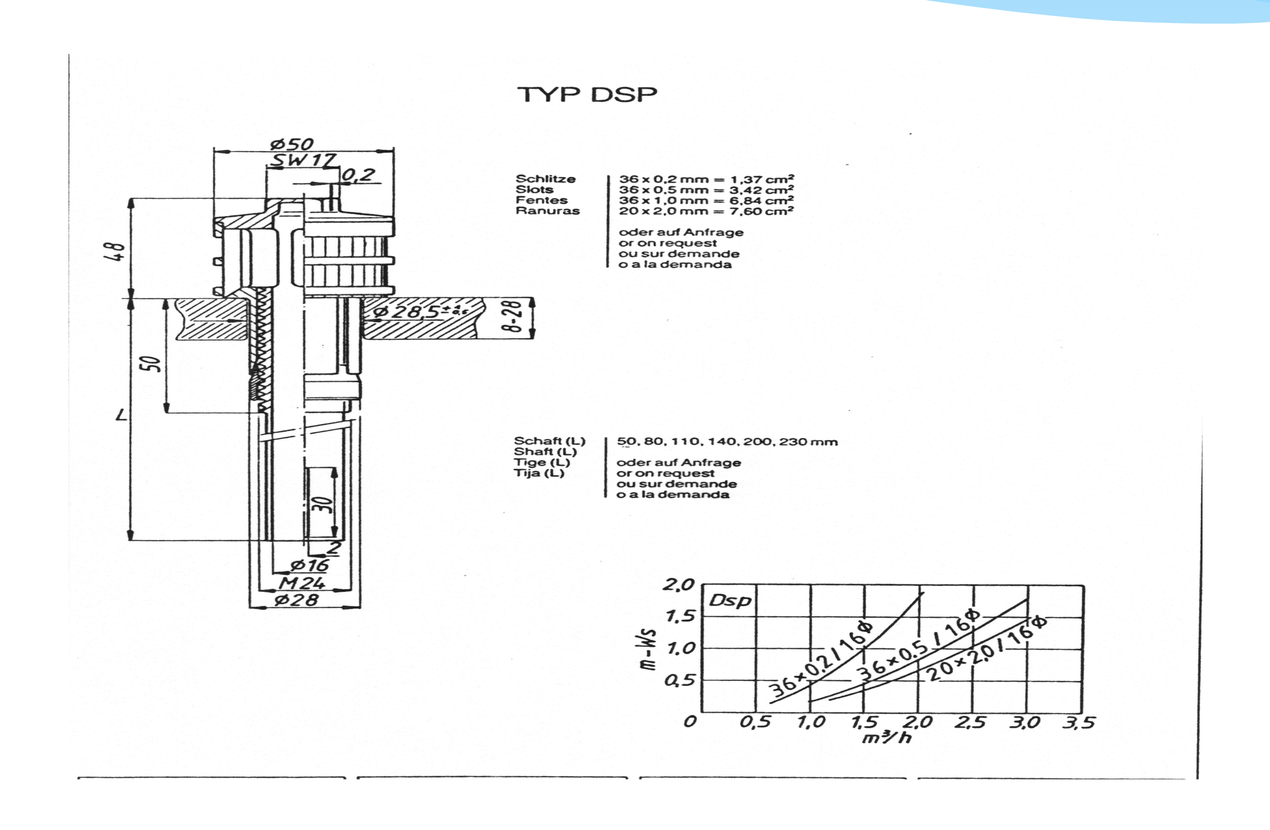
Boquillas

Hay dos tipos:

Caña corta: Para contralavado sin aire.

Caña larga: Para contralavado con aire

Boquillas



TYP DSP
Schlitze
Slots
Fentes
Ranuras
36 x 0,2 mm = 1,37 cm²
36 x 0,5 mm = 3,42 cm²
36 x 1,0 mm = 6,84 cm²
20 x 2,0 mm = 7,60 cm²
oder auf Anfrage
or on request
ou sur demande
o a la demanda
Schaft (L)
Shaft (L)
Tige (L)
Tija (L)
50, 80, 110, 140, 200, 230 mm
oder auf Anfrage
or on request
ou sur demande
o a la demanda
Ø50
SW17
0,2
48
50
L
30
2
Ø16
M24
Ø28
Ø28,5
8-28
Dsp
36×0,2/16Ø
36×0,5/16Ø
20×2,0/16Ø
m-WS
m³/h

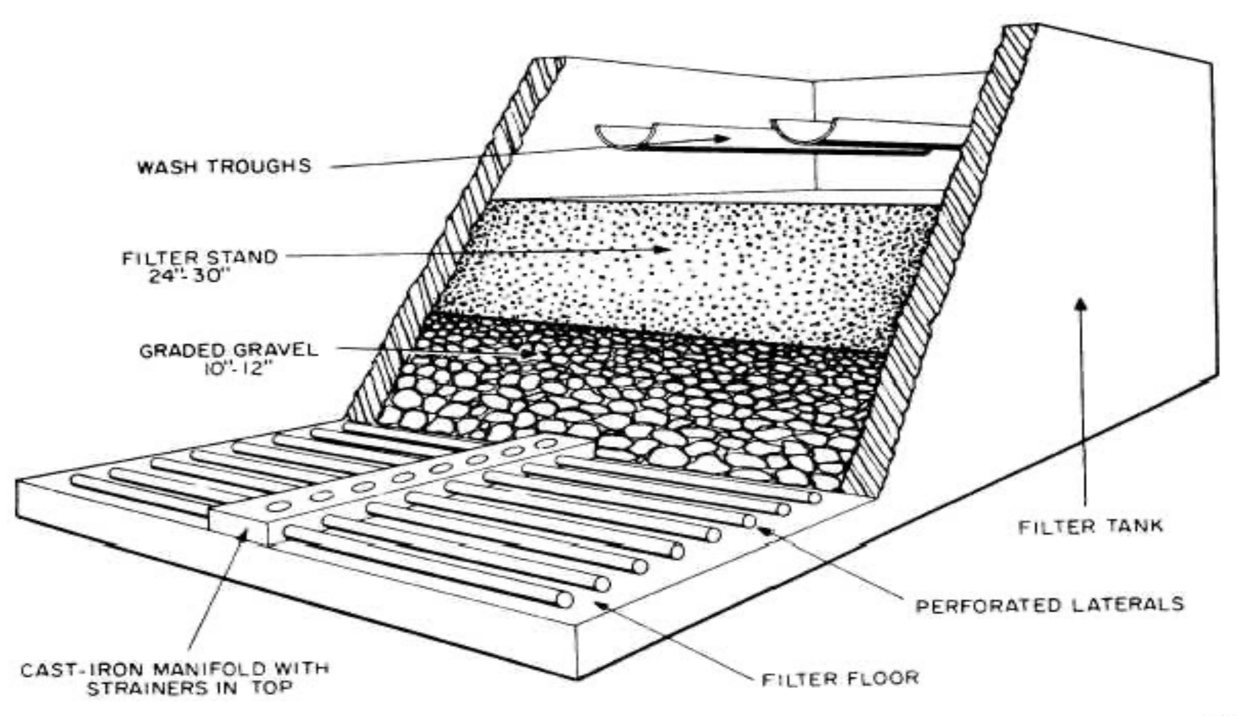
Arena proveniente de una boquilla rota



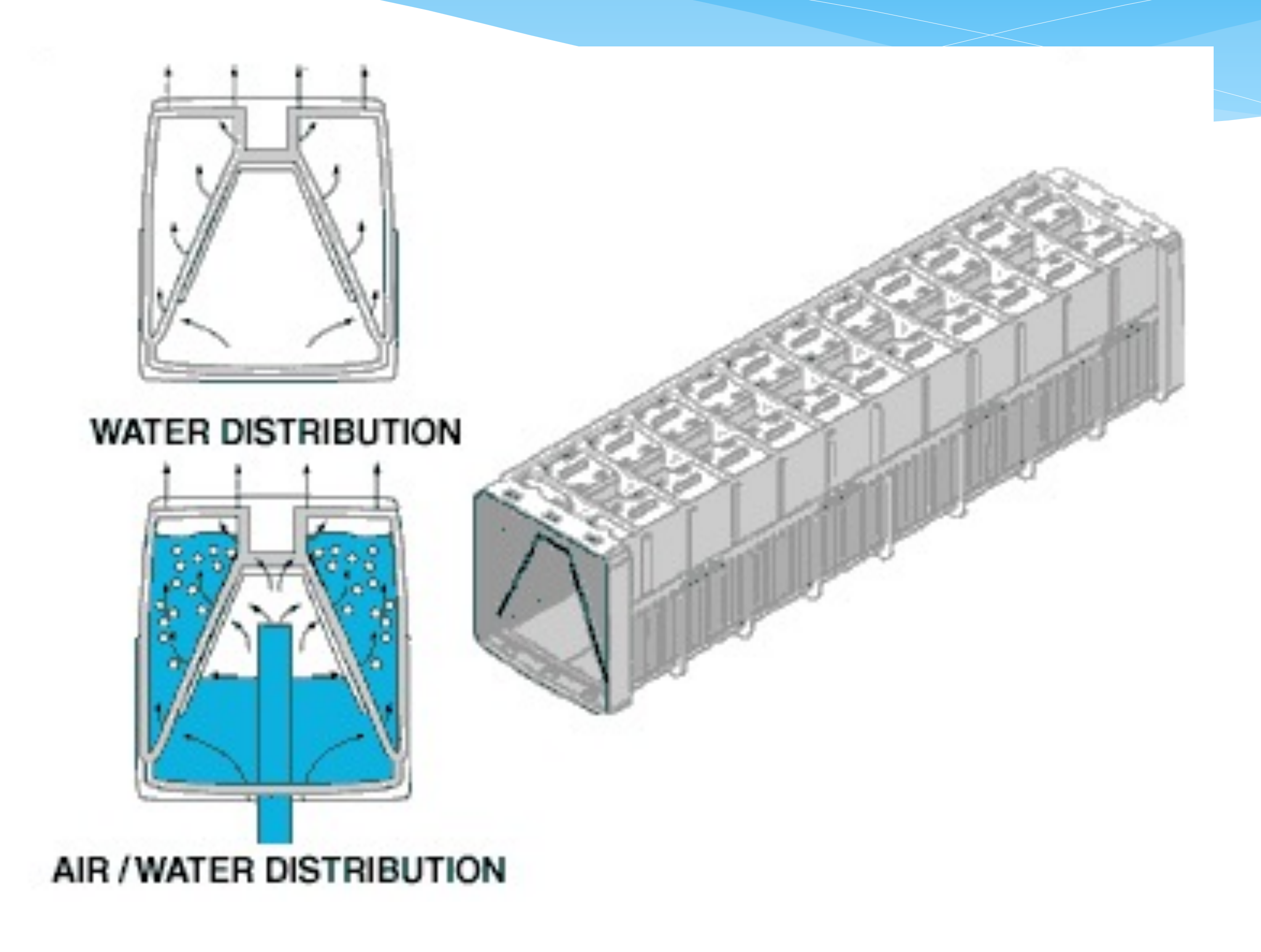
INSTALACIÓN SIN FALSO FONDO



Tuberías Perforadas



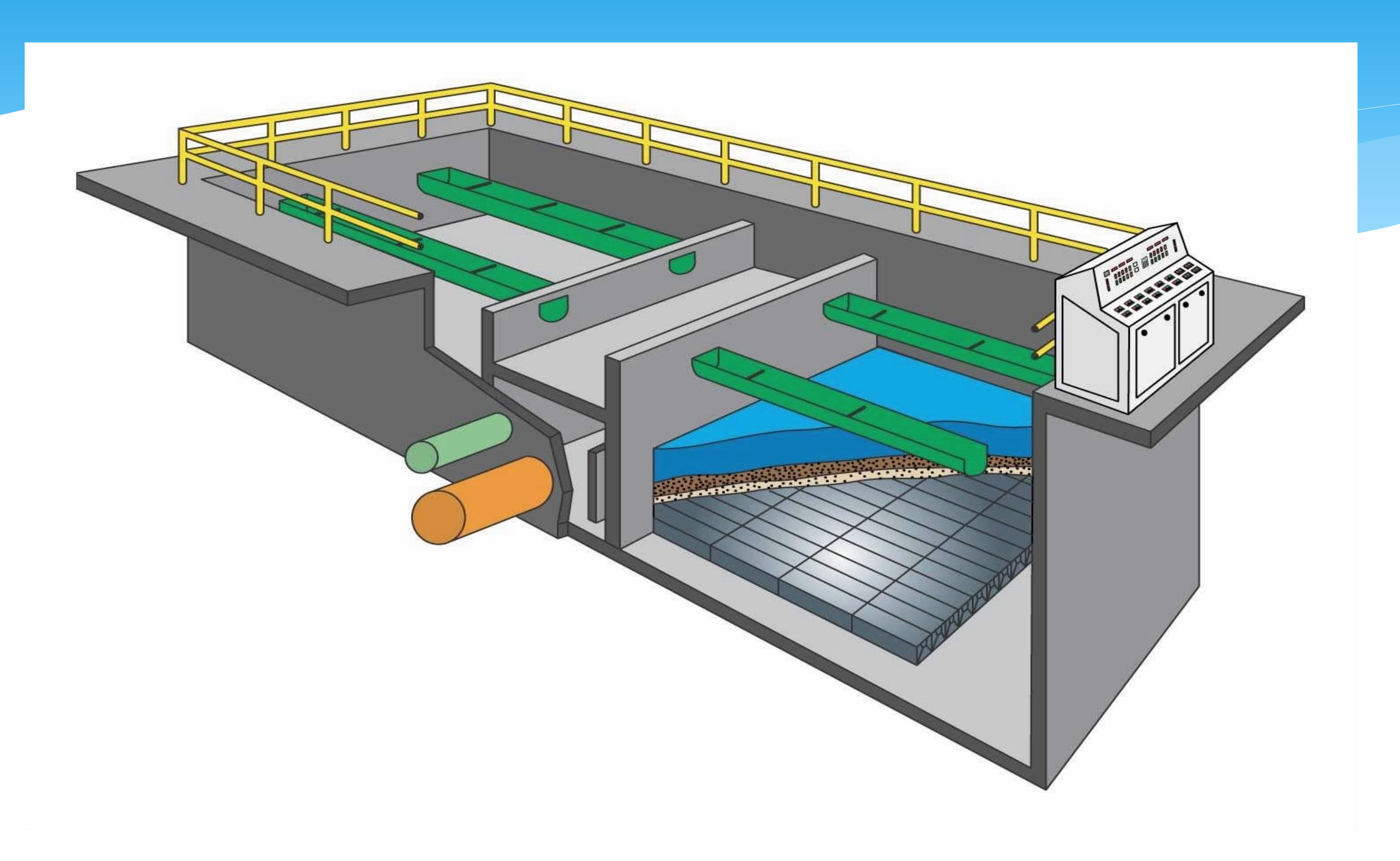
Fondos "Leopold" (Underdrain)



Sistema de fondos "Leopold"



Esquema sistema “Leopold"



Sistema “Leopold”

* No necesitan falso fondo
* No necesitan cámara de agua filtrada
* No necesita capa de grava
* Con el tiempo, la manta superior se compacta y es necesario cambiarla, lo que supone retirar todo el lecho.


3 11 2004

Materiales filtros a presión

- Materiales de construcción de los filtros de presión: como es inviable económicamente su construcción en acero inoxidable (salvo plantas pequeñas y aplicaciones industriales concretas), normalmente se construyen en PRFV o bien en acero al carbono protegido interiormente con resinas epoxi (en el caso de aguas salobres) o bien con ebonitado o goma natural en el caso de agua de mar.
- Los de gravedad son normalmente en hormigón armado.

Acero vs. Hormigón

* La decisión de construir los filtros bien a presión o por gravedad es mayormente económica.
* Depende de los precios del hormigón y el acero en cada país.
* Los de presión tienen ventajas constructivas, ya que la obra civil es muy pequeña, lo cual es importante cuando el plazo de la obra está ajustado.

Instalación de los filtros a presión

* Una práctica común en los filtros cerrados es construir el filtro en el exterior (para ahorrar espacio de nave) pero incluir los sistemas de válvulas en el interior

Filtración granular

* **Históricamente, dos tipos:**

  * **Lentos:** Monocapa de arena
  * Velocidad muy baja <0,25 m/h
  * Proceso biológico: 1-2 cm capa orgánica (schmutzdecke)

  * **Rápidos:** 1, 2 or 3 capas
  * Velocidad >3 m/h
  * Filtración en profundidad

Filtros lentos

* Se origina una filtración en superficie debido a la bajísima velocidad y al uso de una arena muy fina, de alrededor de 0,35 mm de tamaño efectivo.

- Columna de agua: 0,9 a 1,5 m.
- Profundidad del lecho de arena: 1 a 1,5 m.
- Velocidad: 0,12 a 0,25 m/h
- T: 1-6 meses

Filtros lentos

* No se realizan contralavados, en su lugar, se retiran entre 25 y 50 mm de arena, añadiéndose periódicamente arena nueva.
* El mecanismo de remoción de SS lo efectúa la capa orgánica de "schmutzedecke“ situada en la superficie.
* No necesita coagulación-floculación.
* Necesita una superficie mucho mas grande

Filtros lentos

* Eficiencia:

* Remueve bacterias hasta $\log_{10} 3$

* Remueve turbidez hasta 50 NTU

* No remueve color (20-25 %)

Limpieza filtro lento



Comparación de filtros rápidos y lentos

	Rápidos	Lentos
Área	Pequeña	Grande
Velocidad (m/hr)	Hasta 30	0,5
Tamaño arena	0,4 - 1 mm	0.2 - 0.3 mm
Pretratamiento	Coagulación	
Lavado	Contra lavado	Raspado
Operación	Exigente	Menos exigente
Remoción de color	Buena	Regular
Remoción de bacterias	98-99%	99.9%

Remoción de Cryptosporidium

Tipo	(m/hr)	Coagulación	Reducción % ($\log_{10}$)
Rápido, somero	**5**	**No**	**65 (0.5)**
Rápido, somero	**5**	**Si**	**90 (1.0)**
Rápido, profundo	**6**	**Si**	**99.999 (5.0)**
Lento	**0,2**	**No**	**99.8 (2.7)**

Contra lavado

Necesidad del contralavado

Los filtros deben ser lavados por tres razones:

Evitar el incremento de la presión diferencial.

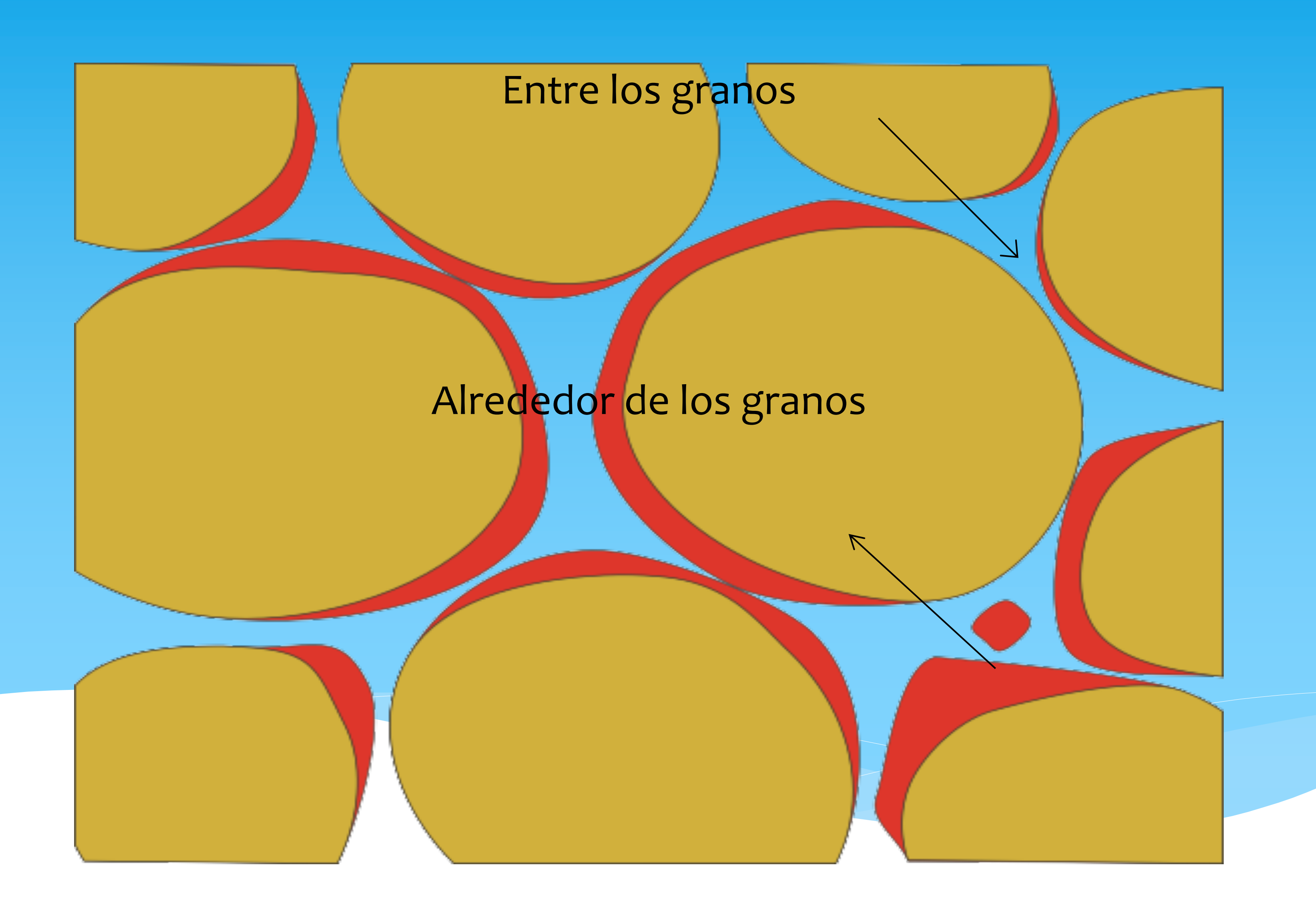
Evitar la reducción del caudal filtrado.

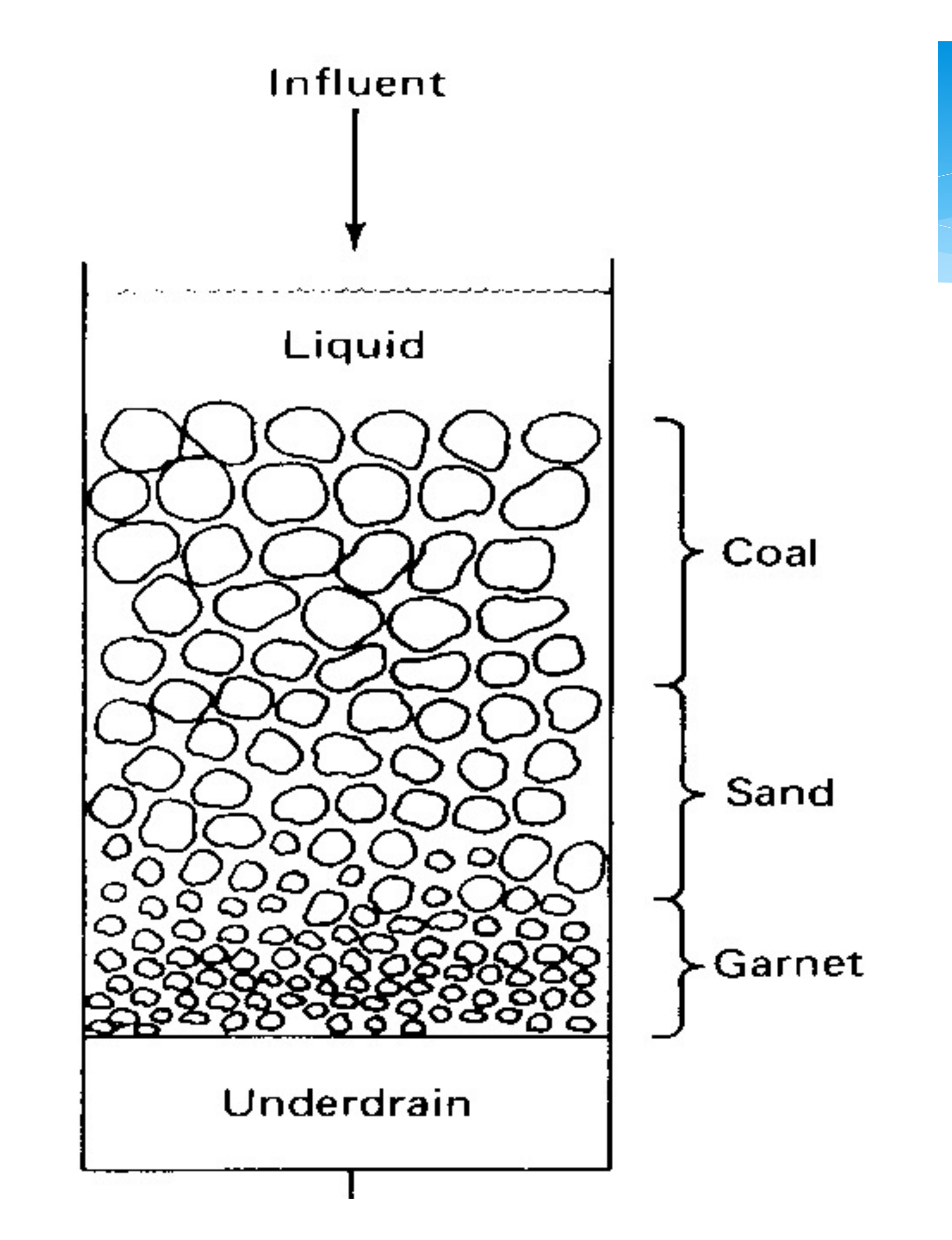
Evitar el empeoramiento de la calidad.

Contra lavado

* El contra lavado se efectúa pasando agua en sentido contrario al de la fase de trabajo.
* El agua sola no puede retirar la materia adherida a los granos del medio filtrante, solo la depositada en los huecos entre los granos.
* Por tanto es necesario utilizar aire para remover toda la materia acumulada.

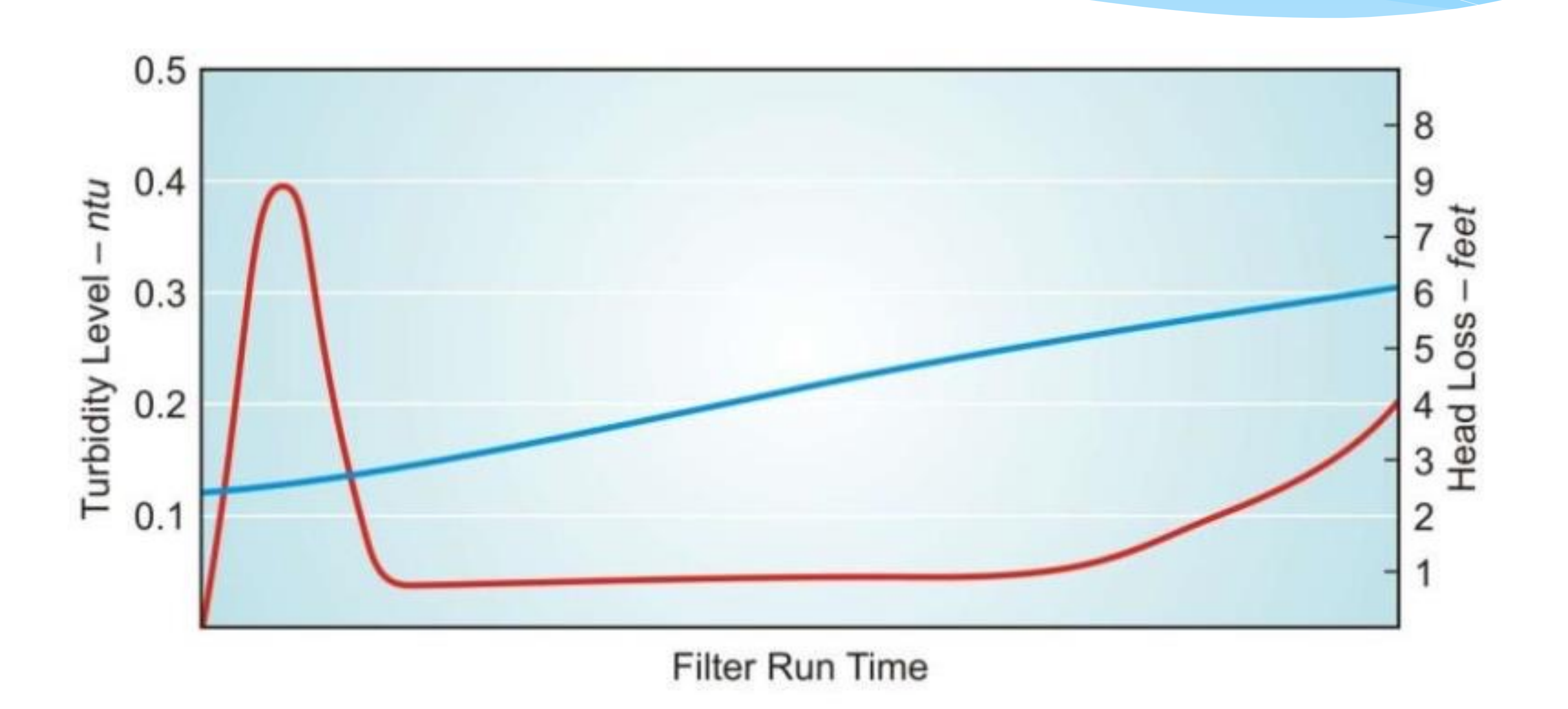
Dos lugares para la suciedad





Influent
Liquid
Coal
Sand
Garnet
Underdrain

Calidad del efluente



Contra lavado - Fases

* Las fases del contra lavado son:

* Fase de vaciado
* Fase de aire solo
* Fase de aire mas agua
* Fase de agua sola
* Fase de pre servicio
* Puesta en marcha

Calculo del contra lavado

* Hace falta calcular :
* Caudal de aire en la fase de aire solo
* Caudal de aire en la fase de aire mas agua
* Caudal de agua en la fase de aire mas agua
* Caudal de agua en la fase de agua sola
* Caudal de agua en la fase de pre servicio
* Tiempo de cada una de las 4 fases

Contra lavado – Fase de aire solo

* El aire tiene como misión esponjar el lecho, que está apelmazado debido a la inclusión de una gran masa de SS.
* Este esponjamiento facilitará el paso de agua a través del lecho

Contra lavado – fase de aire solo

* El nivel de agua debe reducirse previamente hasta unos 2 cm. por encima del medio filtrante, para evitar su perdida.
* Se arranca la soplante y se inyecta un caudal de aire entre 40 y 60 m/h.
* El tiempo de aplicación es corto, de 2 a 3 minutos.

Contra lavado – Función del agua

* El agua es la encargada de remover la materia depositada en el interior de la masa filtrante.
* Para facilitar ese trabajo, es necesario aumentar los espacios entre los granos.
* Para efectuar eso, hay que expandir el lecho.
* La expansión depende del caudal de agua inyectado.
* Hay que calcular el caudal de agua necesario para producir el nivel de expansión que necesitemos.
* Un caudal muy bajo no producirá expansión y uno muy alto originará la perdida del medio filtrante, por arrastre.

Aire mas agua

Es la etapa mas efectiva, produciendo un estado muy turbulento.

Es la única forma de eliminar la suciedad adherida a los granos.

Sin embargo no se usa en muchas instalaciones.

Contra lavado-Fase de aire mas agua

* En esta fase se inyectan junta el agua y el aire.

* Su misión es producir un régimen turbulento, de forma que los granos choquen unos con otros y de esa forma remover la materia adherida a los mismos.

* Si no se inyecta aire, el régimen es laminar y por tanto el agua solo arrastraría la materia depositada en los huecos entre los granos.

* Durante esta fase no se pierde agua.

Contra lavado – fase de aire mas agua

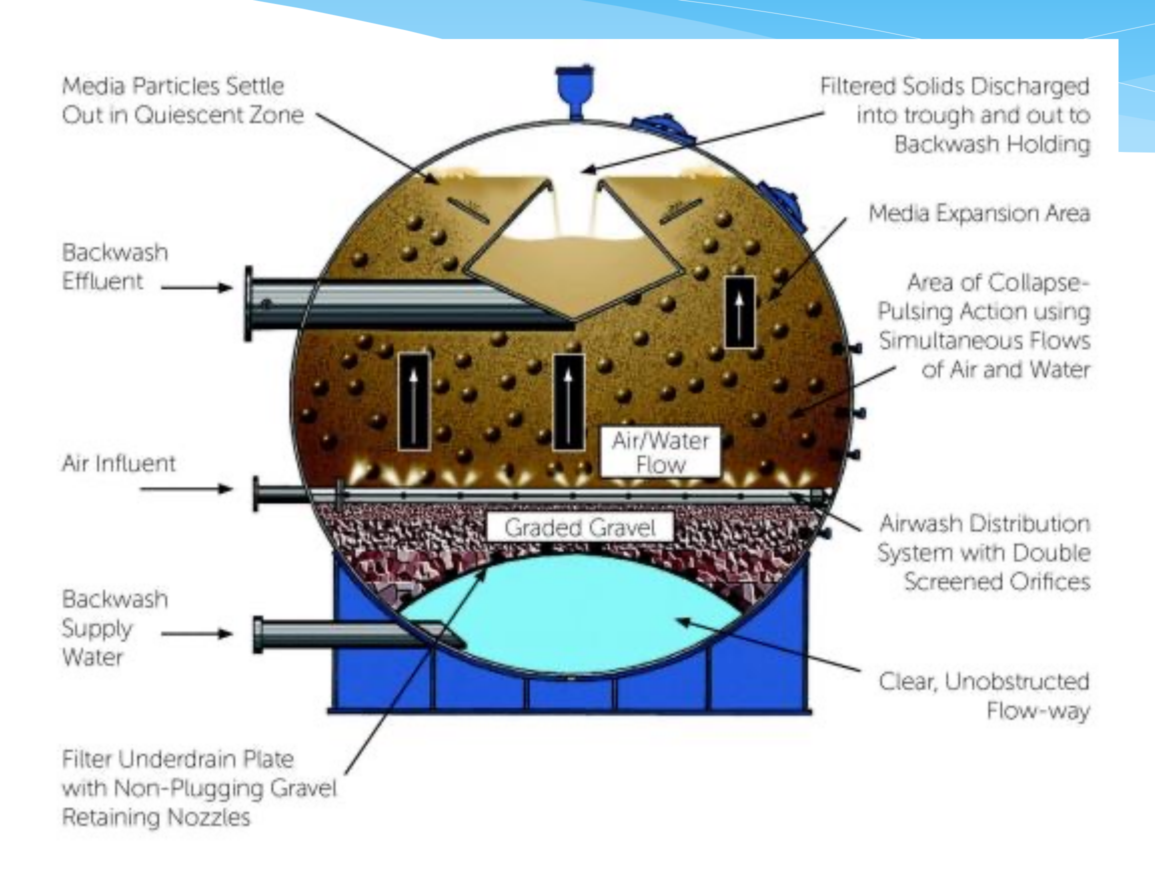
* Dado que esta fase es muy turbulenta, con el medio filtrante mezclado con el agua y el aire, hay que evitar que salga agua, por lo que el tiempo de operación debe durar solo hasta que el nivel de agua llegue al vertedero (En filtros de gravedad) o al colector de recogida o brida de salida.(En filtros de presión)

* Como el volumen es limitado, conviene inyectar un caudal de agua bajo, al objeto de conseguir un tiempo de actuación adecuado. (Normalmente de 10 a 15 m/h)

Contra lavado – fase de aire mas agua

* En el caso de que después de una sesión, hiciera falta aumentar el tiempo de actuación, lo que se hace es abrir el drenaje y vaciar el filtro, hasta que el nivel vuelva a estar un par de centímetros encima de la superficie del lecho y volver a comenzar de nuevo.
* Existe no obstante un sistema comercial denominado "Tonka" que permite realizar esta fase todo el tiempo necesario, vertiendo agua ya que evita que el medio filtrante se escape con el agua.

Sistema “Tonka”

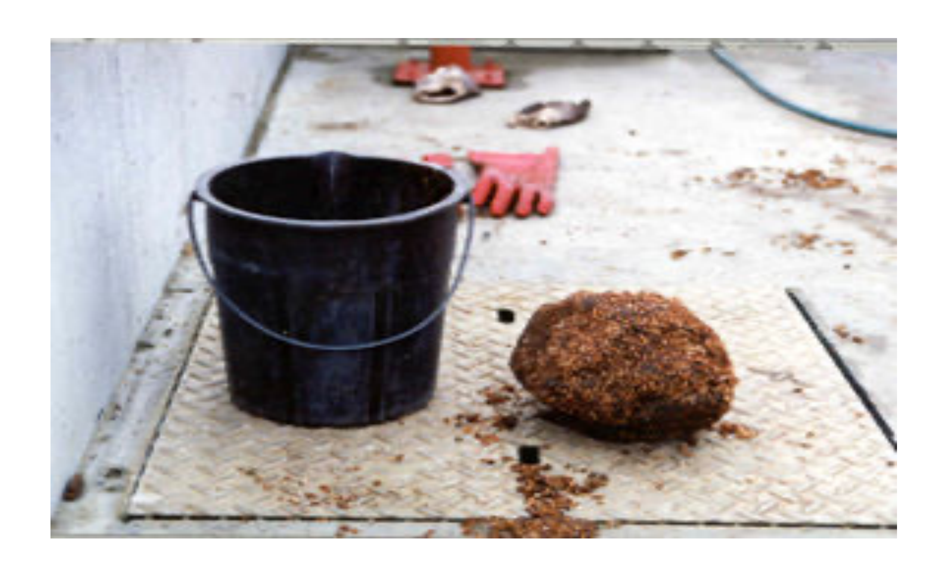


Contra lavado y Gradiente de velocidad

* A mayor tamaño y densidad del medio filtrante, el G es mayor.
* A 60 m/h el G de la arena de 1mm es 36% mayor que la de 0,5 mm.
* Es mas facil lavar granos grandes que pequeños.
* Los G de la antracita son menores que los de la arena al tener menos densidad.
* Para desprender la suciedad adherida al grano hacen falta G grandes, solo alcanzables con aire mas agua.

Bolas de barro

Son aglomerados de SS y medios filtrantes que se forman en la superficie del filtro cuando no existe fase de aire mas agua.



Fase de aire mas agua

* Trough



Contra lavado - agua sola

Origina un flujo laminar.

Solo remueve la suciedad depositada entre los granos.

Sin la fase de aire mas agua, no produce un agua de buena calidad.

Contra lavado – Fase de agua sola

* En esta fase se elimina la suciedad que se había removido en la fase anterior de aire mas agua.

* Es en esta fase donde hay que producir la expansión del lecho.

* Esta es la única fase donde se pierde agua de lavado.
* (normalmente salmuera)

Lavado con agua sola



Lavado con agua sola



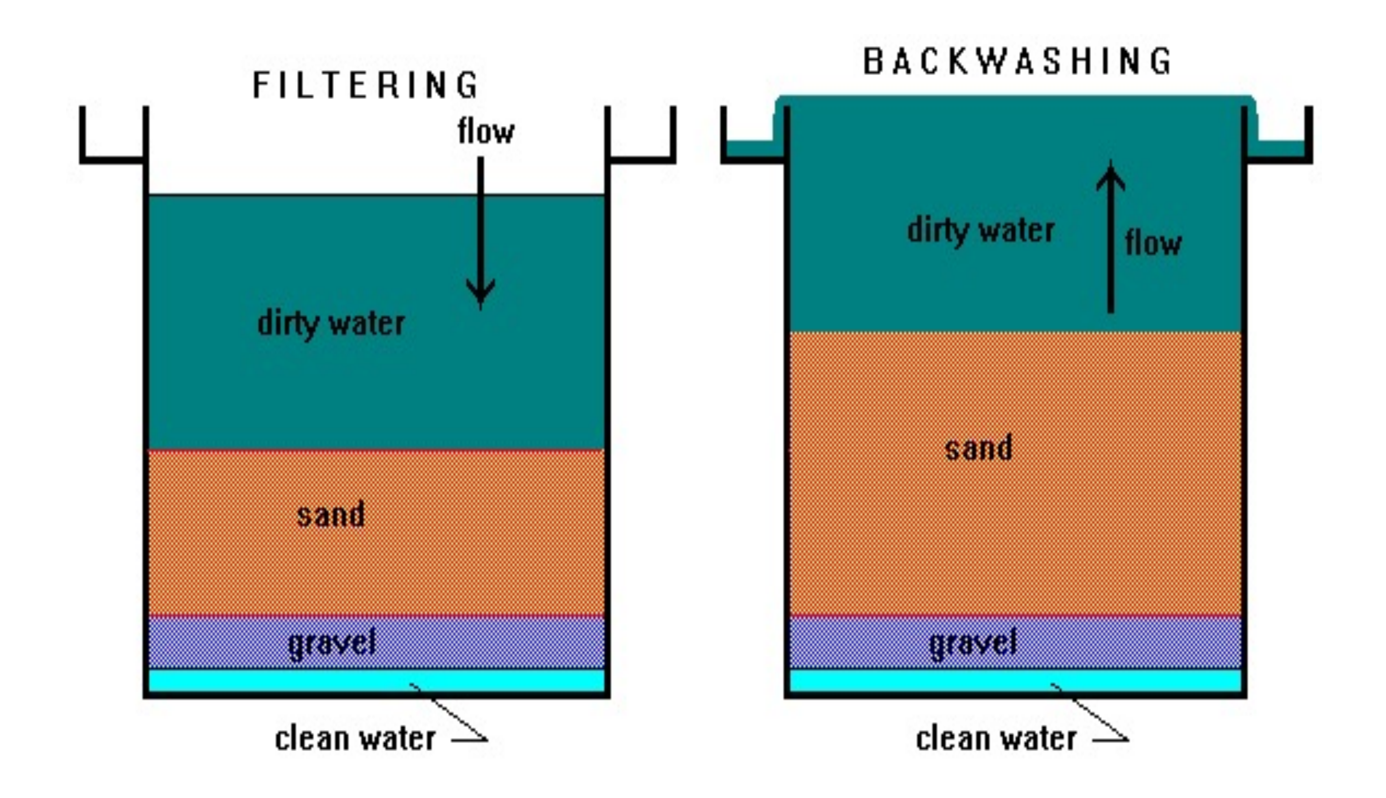
Expansión del medio

La expansión es necesaria para separar los granos

del medio, permitiendo al agua circular y remover la

suciedad.

Expansión


FILTERING
flow
dirty water
sand
gravel
clean water
BACKWASHING
dirty water
flow
sand
gravel
clean water

Parámetros típicos – Agua sola

El caudal de agua debe producir una expansión mínima del 15%.Los valores normales oscilan entre el 20 y el 25%.

Una vez decidido el valor de la expansión total a utilizar, utilizando las curvas de expansión, se va tanteando con diferentes caudales de agua, hasta encontrar el mas adecuado.

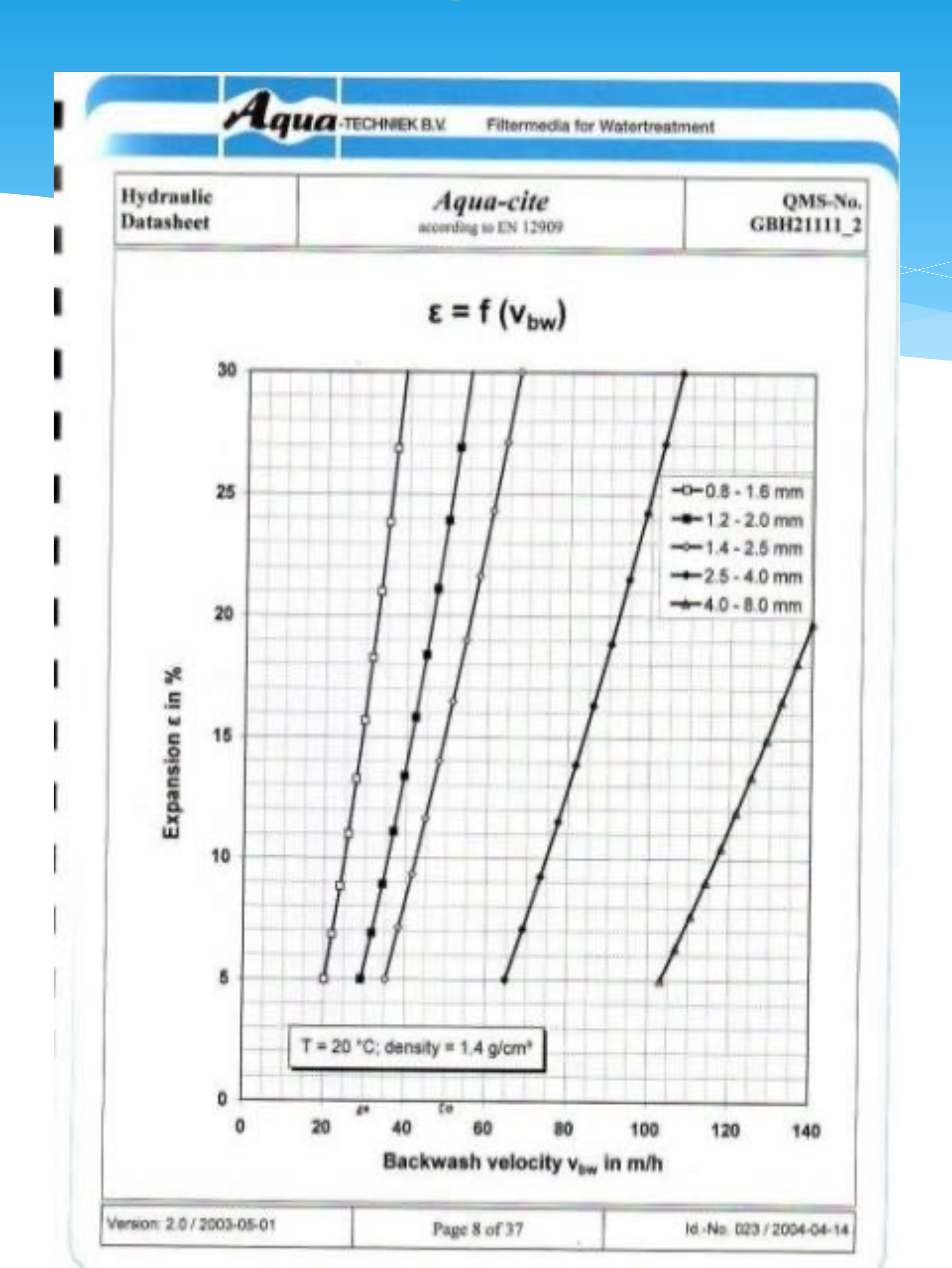
La expansión total es la suma de las expansiones parciales de cada uno de los medios.

El tiempo de actuación oscila entre los 5 y los 15 minutos.

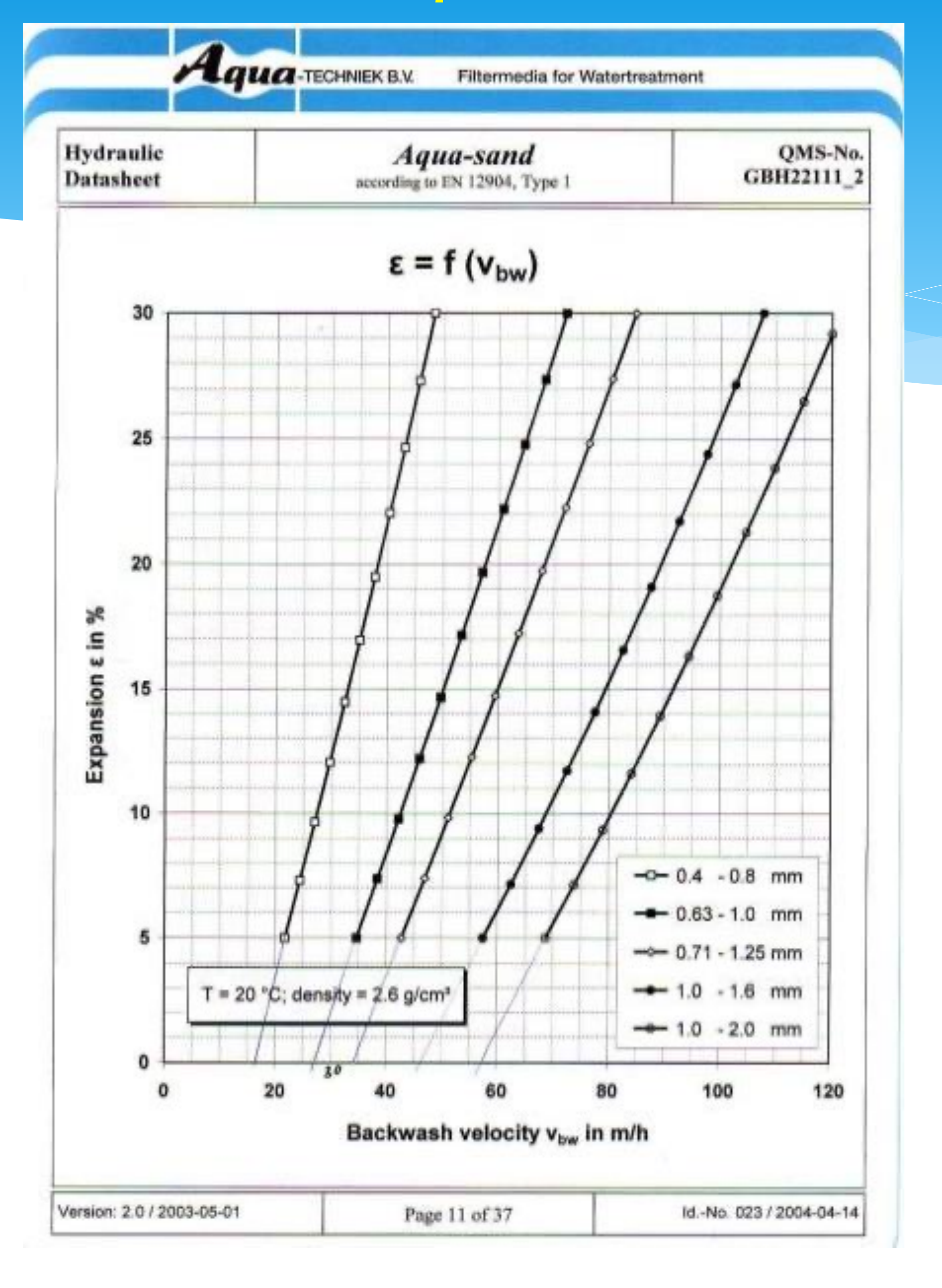
Calculo expansión

* Supongamos un filtro multimedio :
* 1ª capa: Antracita 0,8-1,6 mm de 1 m de profundidad
* 2ª capa: Arena 0,4-0,8 mm de 0,5 m de profundidad
* 3ª capa: Granate 0,3-0,6 mm de 0,1 m de profundidad
* Probemos con una velocidad de 40 m/h
* Yendo a las curvas siguientes:
* Antracita: 31% equivalente a 31 cm de expansión
* Arena: 22 % equivalente a 11 cm de expansión
* Granate: 22% equivalente a 2,2 cm de expansión
* Expansión total: 44,20 cm.
* 44,2 / 160 = 28 % de expansión del lecho

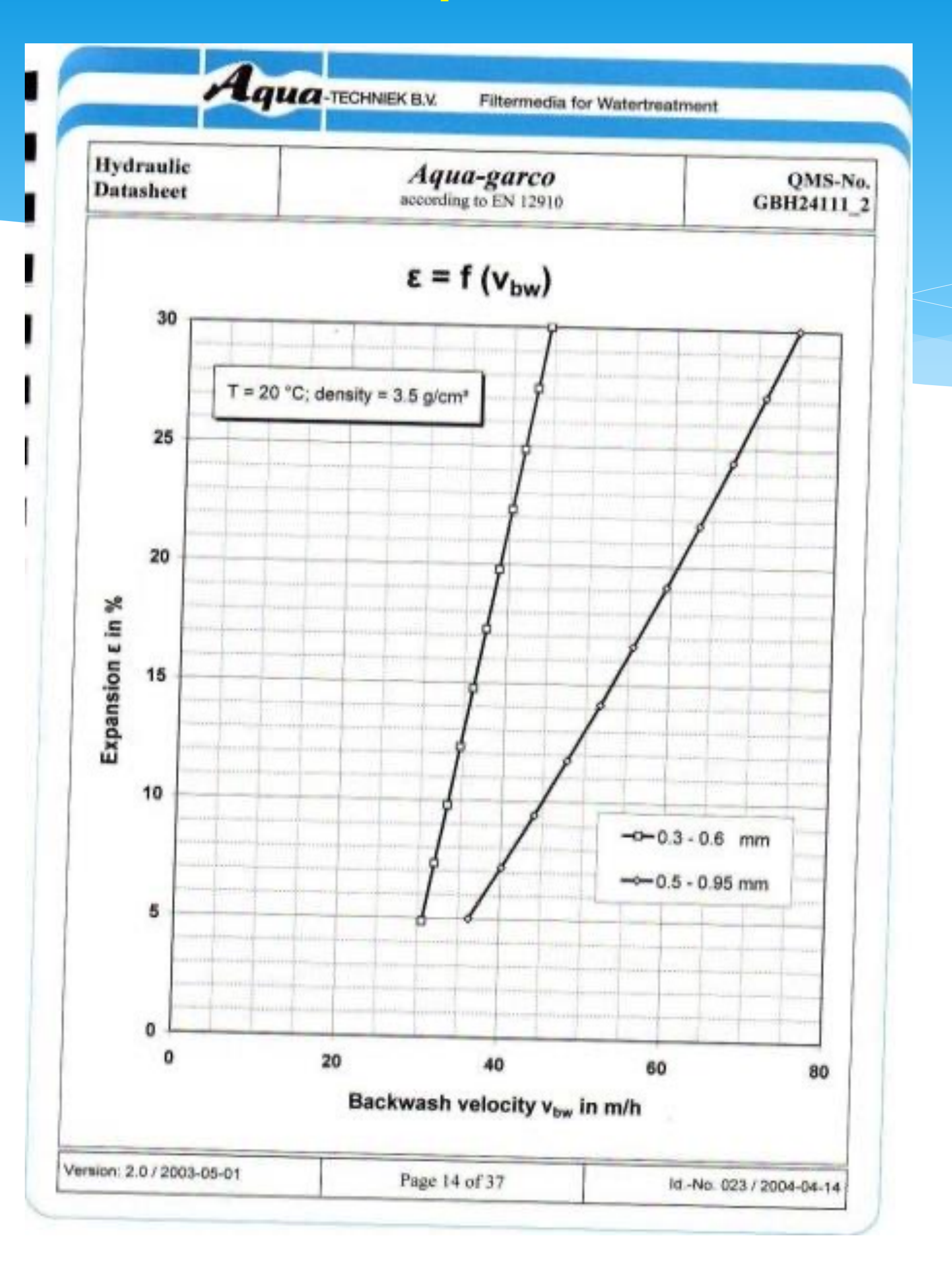
A 40 m/h expande un 31 %



A 40 m/h expande un 22 %



A 40 m/h expande un 22 %



Expansión - temperatura

* El grado de expansión depende de la temperatura debido al cambio de viscosidad del agua.
* Los vendedores suministran las curvas de expansión para una temperatura. (Normalmente 20ºC)
* Si se va a trabajar a temperaturas muy diferentes (En Oriente Medio hasta 35ºC) se pueden pedir al vendedor o en su caso calcular los nuevos valores con la siguiente formula en el caso de la antracita:
* $E_t = E_{20} \cdot 1{,}57\ e^{-0{,}02255T}$

Expansión - temperatura

T °C	$1{,}57e^{-0{,}02255T}$
10	1,253
20	1
25	0,893
30	0,8
35	0,713

Relación expansión - temperatura

Generalmente se dice que a mayor temperatura, es necesario aumentar el caudal de agua de lavado ya que la viscosidad disminuye y por tanto la expansión.

* Este es un concepto erróneo ya que la efectividad del lavado depende del Gradiente de Velocidad G y no de la expansión del lecho.
* Al contrario, a mayor temperatura, aumenta G y por tanto mejora el lavado, aunque disminuya la expansión.

Gradiente de velocidad

*

$G = \sqrt{P/(\forall . \mu}$

Siendo P la potencia disipada,

μ el coeficiente de viscosidad y

$\forall$ el volumen.

P = Q . H Siendo Q el caudal y H la perdida de carga

Contra lavado – Fase de pre servicio

* Al finalizar el lavado, y poner el filtro en servicio, la reordenación de las capas del lecho, origina que una gran cantidad de materia que no se eliminó del filtro, sea expulsada debido al cambio de sentido del flujo.

* Esa subida de turbidez impide enviar esa agua hacia adelante(Cartuchos y membranas), por lo que debe ser rechazada y enviada a drenaje hasta que la calidad sea aceptable.

Contra lavado-Fase de Pre Servicio

Esta etapa no existe o posee un tiempo muy corto en muchas instalaciones, ya que los operadores no quieren perder tiempo ni agua.

Su ausencia o brevedad origina un mayor ensuciamiento de los filtros de cartucho y las membranas de OI.

La duración de esta fase es de 15 a 25 minutos.

El caudal es el nominal de filtración

Contra lavado – Resumen de tiempos

1º.- Aire: 2 – 3 minutos

2º.- Aire + Agua: Hasta que el agua alcance el canal de salida.

3º.- Agua: 5 a 15 minutos

4º.- Pre-servicio: 15 a 25 minutos

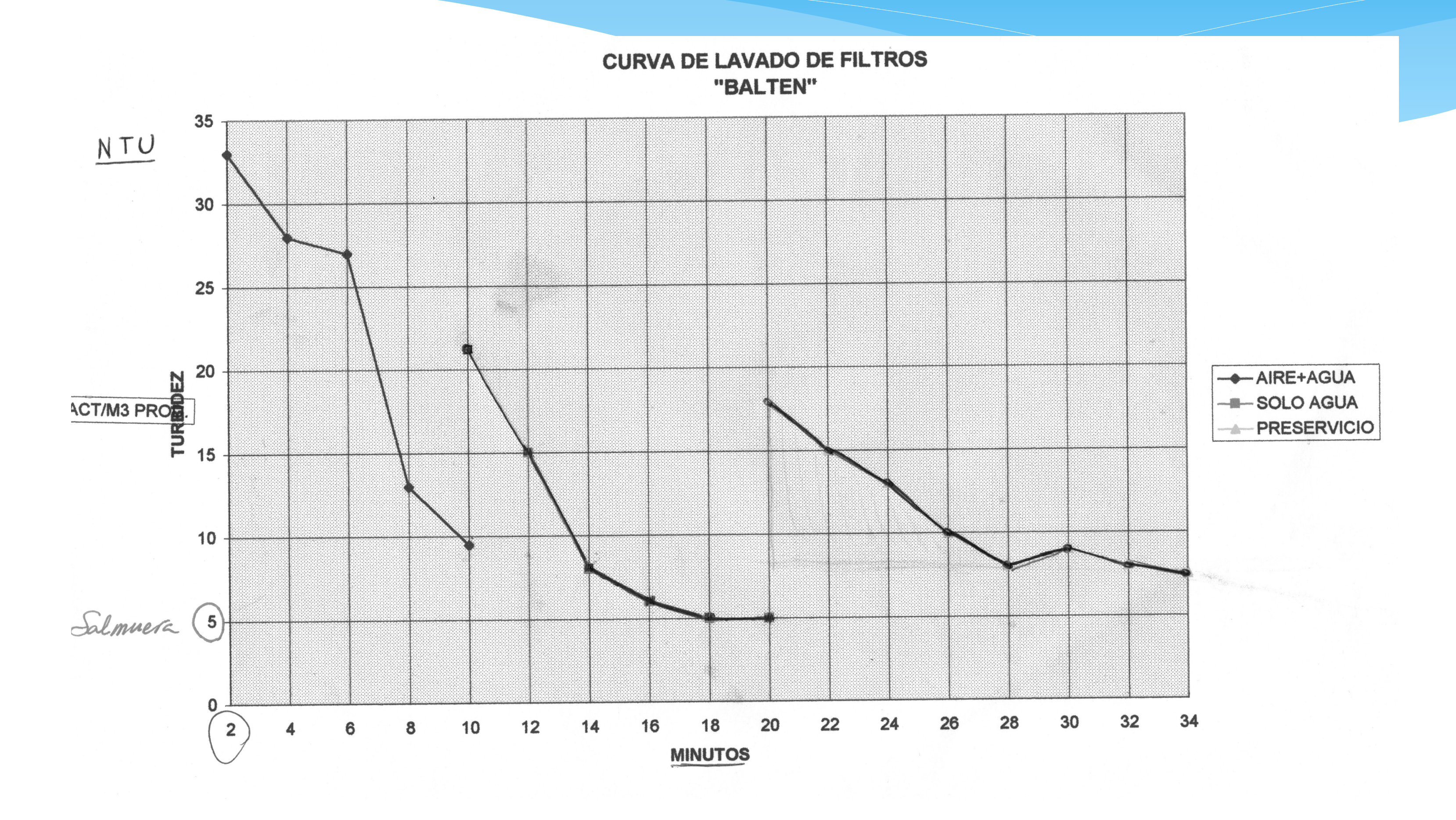
Caracterización del contra lavado

- La caracterización permite conocer los tiempos adecuados de cada fase del lavado.
- Igualmente informa sobre la cantidad de solidos contenidos en el efluente.
-
- Reduce el tiempo y el volumen de agua utilizada, así como mejora la eficacia del lavado.
- Todo lo que se necesita es un cronometro, un turbidímetro, papel, lápiz y una silla.

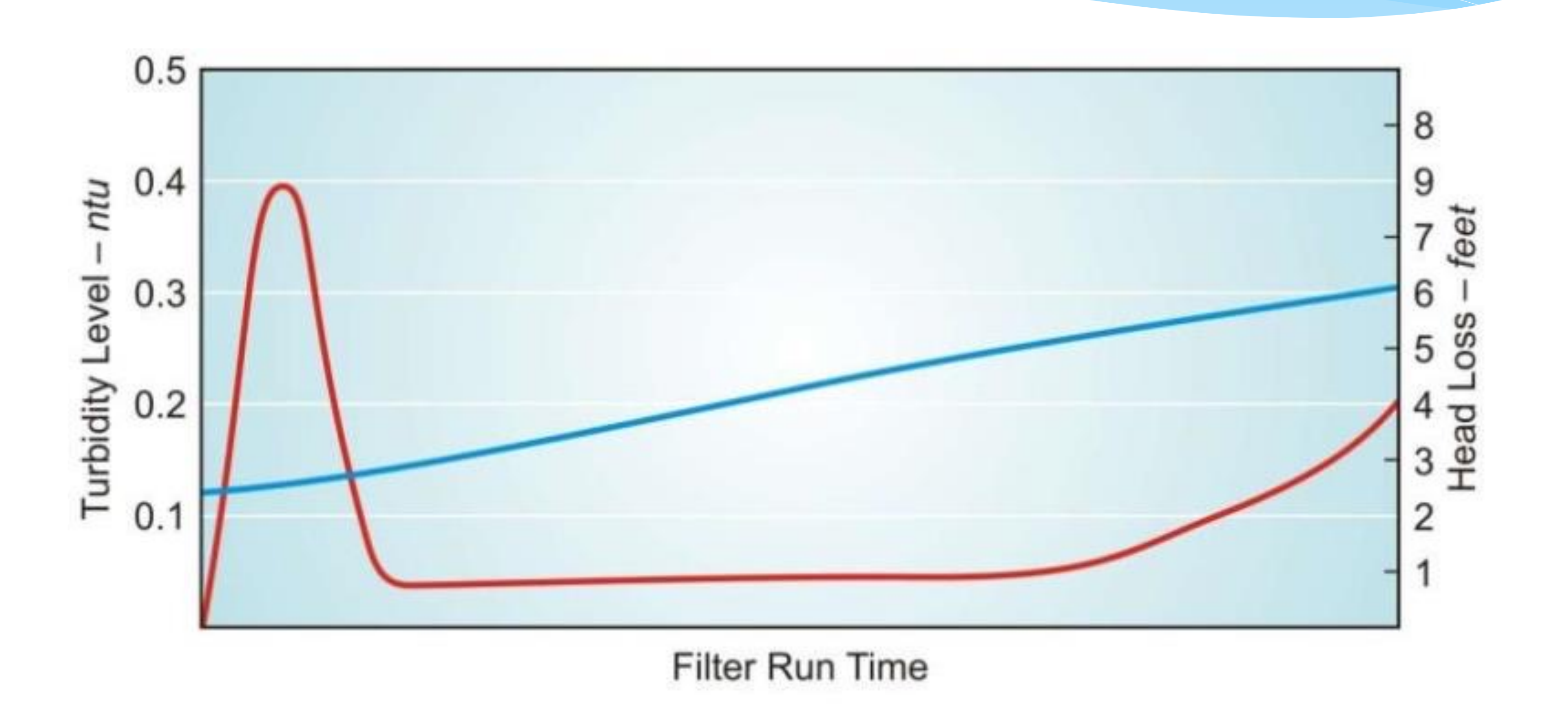
Caracterización del contra lavado

* Método:
* En cada una de las tres fases con agua (Aire mas agua, Agua sola y Pre servicio) se toma una muestra del agua con intervalos de 1 minuto y se mide la turbidez.
* Una vez realizado el grafico con los resultados obtenidos, se estudia el mismo y se decide alargar o acortar los tiempos de cada fase.

Curvas del contralavado



Calidad del efluente



¿Cuando se puede decir que un filtro trabaja bien?

- Turbidez de salida menor de 0.3 NTU
- Partículas < 50 /mL
- Remoción > 2-log de *Giardia* y *Cryptosporidium.*

Duración de la fase de filtración de (24+ horas)

Buena practica de diseño

- Recordar que todos los medios deben ser seleccionados para compartir una velocidad de fluidización común.

- Esto ayuda a disminuir la zona de mezcla de medios.

Una gran zona de mezcla origina tiempos de filtración cortos.

Buena practica de diseño

- El medio mas grueso debe situarse en la parte alta para atrapar a las partículas grandes y el mas fino en la parte inferior para efectuar el afino.

- No obstante, el contra lavado re clasifica los medios colocando los finos en la superficie y los gruesos en el fondo.

Buena practica de diseño

Para evitar eso y conseguir que se mantenga la estratificación original, hay que jugar con las densidades.

El medio grueso debe ser de baja densidad y el medio fino de alta densidad.

De esa forma el contra lavado no afecta a la estratificación.

Distribución del medio

En un filtro multimedio (MMF) la distribución es como sigue:

Capa superior: Antracita

Capa central: Arena

Capa inferior: Granate

Posteriormente se instalan dos o tres capas de grava que sirven para aislar el medio de las boquillas y facilitar los contra lavados.

Parámetros de diseño de un filtro

Superficie filtrante necesaria = caudal / velocidad de filtración

–Velocidad de filtración;

Depende de la aplicación

Filtros arena: 8-10 m3/h/m2

Filtros multimedio: 15-18 m3/h/m2

Parámetros de diseño de un filtro

* La turbidez de salida de agua filtrada no suele cambiar hasta una velocidad en el entorno de los 18 m/h.
* Por tanto es aconsejable trabajar con la mayor velocidad posible, para reducir área de filtración.
* Un aumento de velocidad acarrea un menor tiempo de trabajo, por lo que habrá que sopesar ambas variables para elegir el valor mas adecuado.

Calculo de la relación de tamaños

Good Filter Design Practice

- If dual-media is used, media should be hydraulically compatible to reduce intermixing:

$$\frac{d_1}{d_2} = \left[\frac{(\rho_2 - \rho_{water})}{(\rho_1 - \rho_{water})}\right]^{\left(\frac{2}{3}\right)}$$

$\rho_1, \rho_2, \rho_{water}$ = Density of Media 1, Media 2, and water

d_1, d_2 = Diameter of Media 1, Media 2

Relación de tamaños

Antracita a arena

Densidad de la antracita: 1.4

Densidad de la arena: 2.6

Ratio: 2.5

Arena a Granate

Densidad de la arena: 2.6

Densidad del granate: 4.1

Ratio: 1.5

Relación de tamaños

Por simplificación se usa un ratio de 2 para todos los medios en vez de 2,5 y 1,5

Ejemplo:

Antracita: 1.2 – 2.0 mm.

Arena: 0.6 – 1.2 mm.

Granate: 0.3 – 0.6 mm.

Los tamaños varían ligeramente según los fabricantes.

Diseño de tamaños del medio

* Una vez conocida la relación de tamaños entre las capas contiguas, solo falta conocer el tamaño y la cantidad a instalar.
* Primera capa: Antracita
* Interesa colocar la mayor posible que sea efectiva, ya que sinó, el tamaño de las capas siguientes sería muy pequeño, al aplicar la regla de la mitad.

Diseño de tamaños del medio

Según Roebeck (1967) el tamaño de la antracita no debe ser mayor que 0,8 – 1,6 mm (Tamaño efectivo = 0,91)

Por eso, es el valor que se usa principalmente.

Habiendo fijado el valor de la 1ª capa, las siguientes salen de aplicar la regla de la mitad:

Arena: 0,4 – 0,8 mm

Granate: 0,2 – 0,4 mm

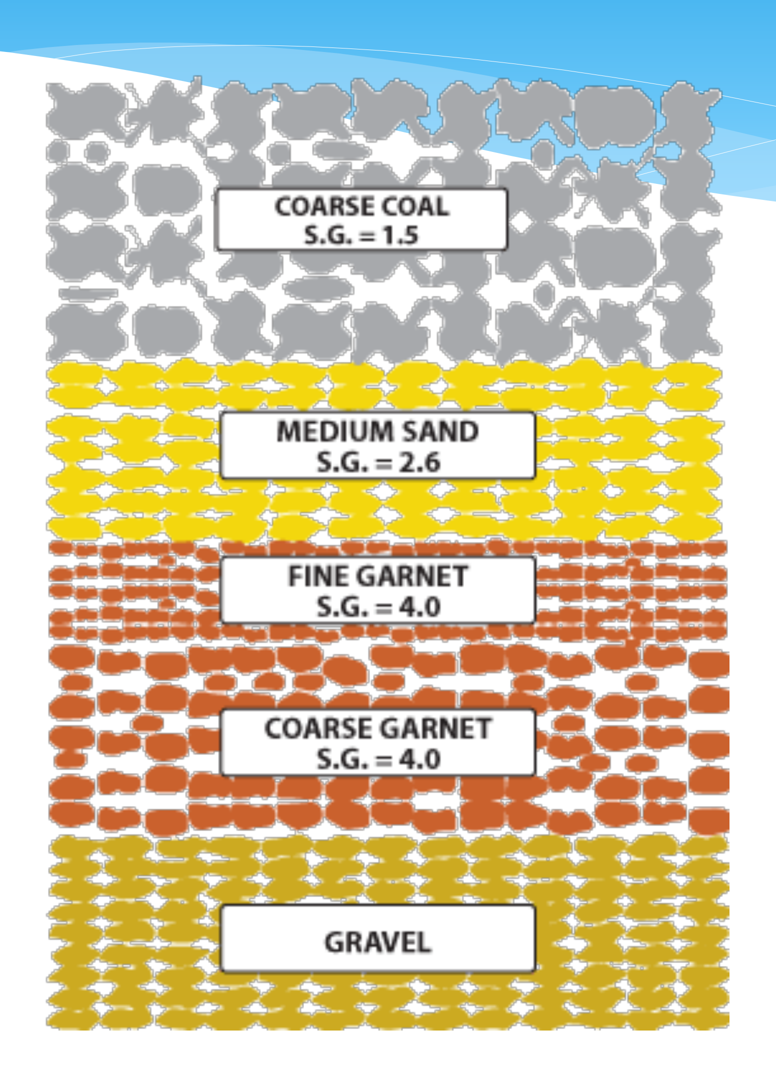
Diseño de tamaños del medio

* El tamaño de arena mas eficiente es el de 0,3 – 0,5 mm. (Ohio University (1.999) y Crites & Tchobanoglous (1.998))
* Cuando se usa granate, su tamaño de 0,2 – 0,4 interfiere con este valor, por lo que se prefiere utilizar 0,4 – 0,8 mm en su lugar.
* No se pueden cumplir a la vez todos los factores de mayor eficiencia.

Ratio de intermezcla

* Al objeto de que la intermezcla del carbón y de la arena sea correcta, se ha establecido un ratio cuyo valor debe ser > 3 (Joint task force 1.990) (Cleasby & Sejkora 1.975)
* Ratio: T.E. 90% del carbón / T.E. 10% de la arena
* Si lo aplicamos a los valores recomendados (Antracita de 0,8 – 1,6 mm y arena de 0,4 – 0,8 mm) resulta= 1,55 / 0,47 = 3,3.
* Luego esta combinación cumple.
* Si la arena fuera mayor, no cumpliría.
* Conviene que la diferencia de tamaño de los granos en capas contiguas sea grande.

Filtro multicapa



Filtro multimedio para etapa única

MEDIO	Tamaño (mm.)	Espesor (mm.)
Antracita	0.8 – 1.6	500
Arena	0.4 – 0.8	400
Granate	0.3-0.5	150
Granate	1.5 – 2.5	100
Grava	3.8 - 8	100
Grava	8 - 16	100

Diseño de filtros granulares

En tomas abiertas es obligatorio efectuar la filtración en dos etapas, la primera de desbaste y la segunda de afino.

La primera debe estar formada por carbón y arena, mientras que la segunda debe llevar arena y granate.

A continuación se muestra el diseño típico de ambas etapas.

Filtro doble medio para 1ª etapa

Medio	Tamaño (mm.)	Espesor (mm.)
Antracita	0.8 – 1.6	500
Arena	0.4 – 0.8	400
Granate	1.5 – 2.5	100
Grava	3 - 8	100
Grava	8 -16	100

Filtro doble medio para 2ª etapa

Medio	Tamaño (mm.)	Espesor (mm.)
Arena	0.4 – 0.8	700
Granate	0.3 – 0.5	150
Granate	1.5 – 2.5	100
Grava	3 - 8	100
Grava	8 - 16	100

Capa de arena

* Se observa que el tamaño de la arena de la primera etapa es igual al de la segunda etapa.
* Se podía pensar que la de la segunda etapa debería ser mas pequeña, siguiendo la norma de tamaños decrecientes.
* La razón de ser iguales radica en el hecho de que al filtrar la arena en superficie, la segunda etapa vuelve a filtrar, con lo que se asemeja a un filtro en profundidad.

Capas de grava

* Las dos o tres capas de grava del fondo, tienen dos funciones:
* Actuar de separador entre la ultima capa filtrante y las boquillas.
* Facilitar y homogeneizar los flujos de aire y agua durante el contra lavado.

Capa de aislamiento

* En todas las combinaciones, haya granate fino o no haya, aparece una capa de granate grueso de 1,5 – 2,5 mm.

* Esta capa no tiene función de filtración sino de separación – aislamiento para evitar que los finos de la ultima capa puedan pasar a las boquillas y obstruirlas, especialmente cuando tenemos boquillas con ranuras de 0,35 mm.

Zona muerta mínima

$$L = (A + S + G) \times 1.5$$

Siendo :

A= Espesor de la Antracita multiplicado por 0,5

S= Espesor de la arena multiplicado por 0,25

G= Espesor del granate multiplicado por 0,1

Calculo de alturas de las capas

* Hay diversas opiniones acerca de la altura de cada capa, todas ellas basadas en el tamaño efectivo del grano.
* La mas frecuentemente utilizada es=
* H= K x d
* Siendo K =800, 1000 o 1.200 según el gusto del diseñador.

Calculo de alturas de las capas

Tamaño físico	Tamaño efectivo	K = 800	K = 1.000	K = 1.200
0,8 – 1,6 mm	0,91 mm	728 mm	910 mm	1.092 mm
0,4 -0,8 mm	0,47 mm	376 mm	470 mm	564 mm

Calculo de alturas de las capas

* A su vez, se deben cumplir otras normas, tal como:
* La altura de la capa de antracita debe ser el 60% de la altura total del medio filtrante.
* Alturas totales disponibles físicamente en las estructuras del filtro.
* La solución final por tanto debe acercarse lo mas posible a todas estas normas de eficiencia.

Calculo del periodo de trabajo

* En los proyectos es obligatorio normalmente calcular el periodo de filtración del filtro.
* Los diseños deben al menos garantizar un periodo de trabajo de 24 horas, aunque a veces se piden 48 horas.
* El método de cálculo mas frecuente y a la vez mas impreciso, es el de considerar que el medio filtrante retiene una cierta cantidad de SS por unidad de volumen. (2,5 kg/m^3).
* Sabiendo la cantidad de SS a filtrar, obtenemos fácilmente el periodo de trabajo.

Calculo del periodo de trabajo

* La forma correcta de calcularlo es como sigue:
* Tenemos que saber que volumen de huecos tenemos disponible.
* El % de huecos no depende del tamaño del grano sino de su coeficiente de uniformidad.
* C de U alto tiene muchos finos que rellenan los huecos y su volumen disminuye.

Calculo del periodo de trabajo

	CU = 1,5	CU = 2,3	CU = 4,6
% de huecos	42,4	39,5	32,3

Calculo del periodo de trabajo

* Lógicamente no se pueden rellenar todos los huecos.
* Se considera que al alcanzar el 25% del volumen disponible, ya hace falta lavar el filtro.
* Por tanto considerando el 44% de huecos, el volumen a rellenar será del 11 % equivalente a 110 l/m^3.
* Como la cantidad de SS a remover la tenemos en peso (mg/l), necesitamos saber su densidad para poder calcular su volumen y calcular el peso de SS que podemos recoger en los 110 l por m^3 de la masa filtrante.

Calculo del periodo de trabajo

* La densidad de los SS la podemos conocer por su calculo a través de datos obtenidos en una Planta similar o en su caso conociendo sus características:

* Floculo coloidal: 10 gr. por litro.
* 10 x 111 = 1,11 kg de SS por m^3 de masa filtrante.
* Floculo de rio: 30 – 40 gr/l
* Entre 3,33 y 4,44 kg de SS por m^3 de masa filtrante
* Floculo denso (Arcillas): 60 gr./l
* 60 x 110 = 6,66 kg de SS por m^3 de masa filtrante.

Calculo del periodo de trabajo

Eligiendo la densidad adecuada y multiplicando por el volumen total de medio filtrante, obtenemos la capacidad en peso máxima del filtro.

Solo queda por tanto dividir el peso total de SS que el filtro puede aceptar por el peso de SS removidos por hora, para obtener el numero de horas que funcionará entre lavados

Calculo del periodo de trabajo

* Para conocer si un filtro está operando bien , existe otro ratio denominado Volumen unitario de la carrera de un filtro.
* Consiste en dividir el caudal total filtrado durante el periodo de trabajo entre dos lavados y dividirlo por la superficie del filtro.
* El ratio debe ser como mínimo de **200**
* Si existe clarificador previo el valor es **400**
* Si existe clarificador y DAF sería como mínimo de **600**

Causas de una mala operación

- Carga de SS excesiva
- Velocidades muy altas
- Cambios bruscos de caudal – “Choque hidráulico”
- Perdida de medio filtrante
- Boquillas rotas
- “Leopold” compactado
- Imperfecciones en el lecho

Causas de un lavado poco efectivo

* Bolas de barro
* Cortocicuitos
* Programa de lavado incorrecto
* Caudales de agua pequeños que no producen la expansión necesaria.

Causas mas frecuentes de un mal lavado

* Ausencia de la etapa de aire mas agua
* Ausencia de la etapa de pre servicio.
* Expansión nula o muy pequeña, debido a caudales de agua reducidos.
* Tiempos pequeños. (La bomba para cuando el agua todavía está muy turbia)
* La respuesta mas frecuente es que "Así lo fija el programa, que fue hecho por fulanito que sabia mucho"
* En ciertas empresas es muy difícil o imposible que cambien algo.

Observación visual de los filtros

- Puntos a tener en cuenta:
  - “Hervido del medio durante el lavado
  - Distribución irregular del lavado
  - Distribución irregular del agua de lavado en el conducto de recogida.
  - Cráteres en la superficie del medio
  - Bolas de barro
- Realizar un mapa del filtro para futuras comparaciones.

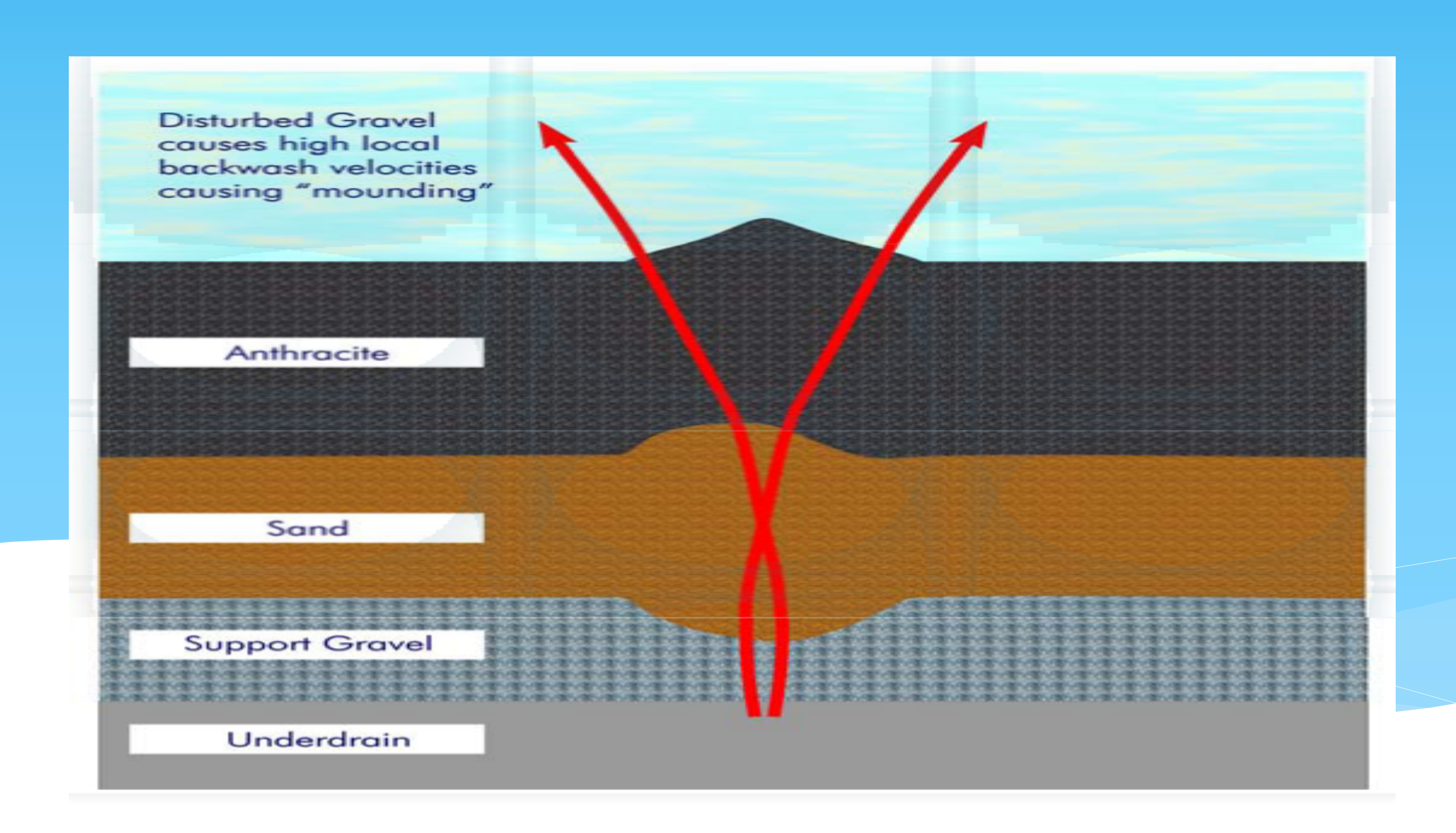
Estado de un filtro “supuestamente” limpio



_Monticulos

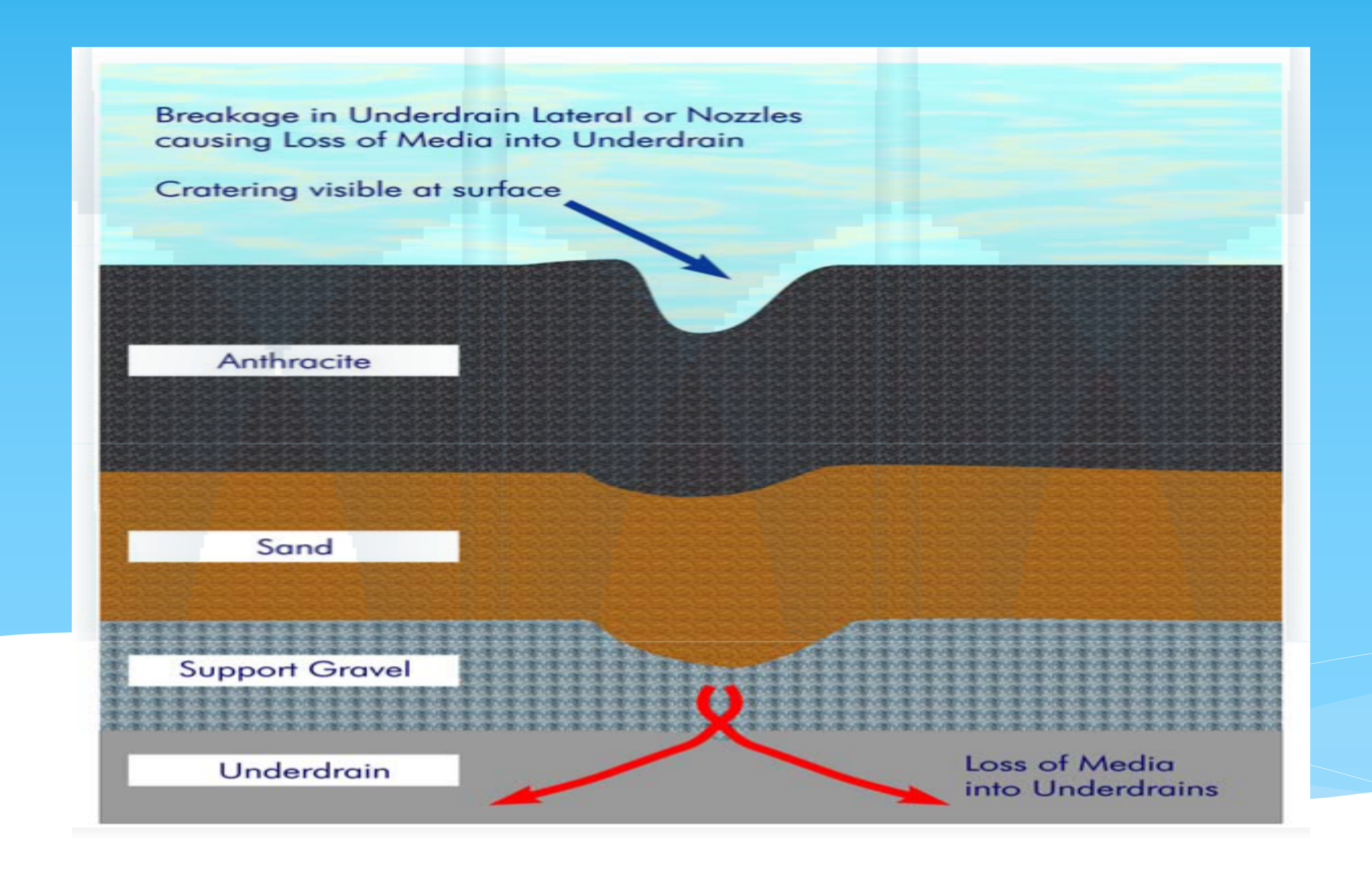
Sugieren una capa de grava no uniforme.

Mayor caudal localizado



Cráter

Posible rotura de una boquilla con fuga de medio



Cráter originado por una boquilla rota

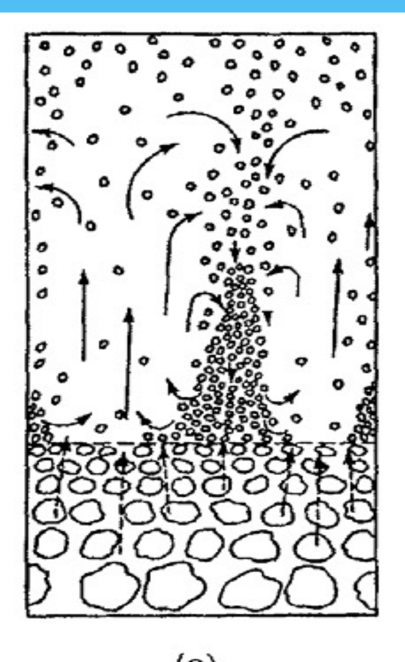


Perdida de antracita

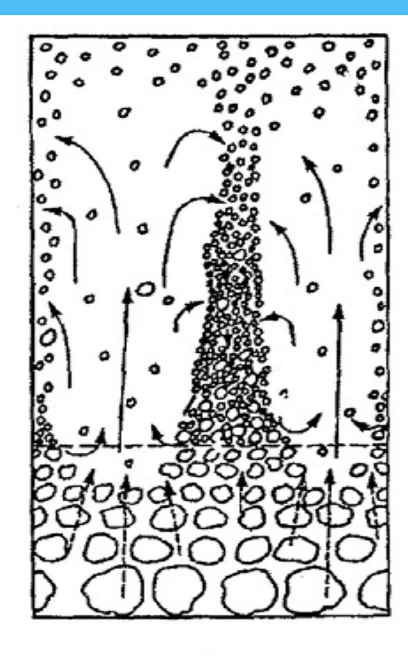


Bolas de barro

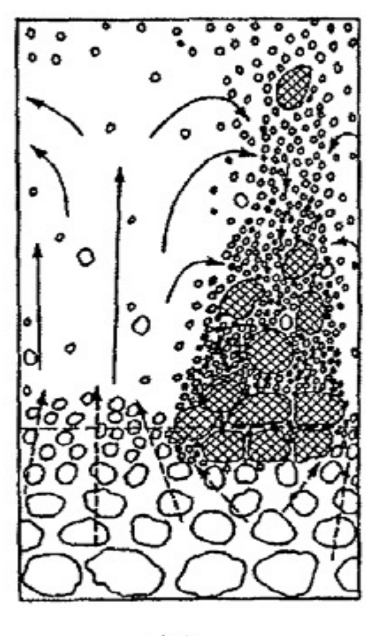
Velocidad de lavado insuficiente para remover barro



(a)
Newly constructed bed



(b)
After several washes



(c)
Mudballs forming clogged area

Otros puntos a revisar

- Grietas en la superficie
- Medio separado de las paredes
- Crecimiento de algas
- Medio en canal de recogida de agua de lavado.
- Uniformidad del espesor de las capas.
- Nivelación del canal de recogida de agua de lavado.

Uniformidad del lavado, sin zonas muertas.

Método de comprobación del lavado

* Lavar un filtro de modo normal
* Tomar una muestra de arena y carbón
* En el laboratorio colocar en un vaso 50 % de arena y 50% de agua.
* Agitar vigorosamente y medir su turbidez.
* Proceder de la misma forma con el carbón
* Anotar los resultados
* Turbideces altas indican lavados no efectivos.

Muestras para analizar estado



Turbidez de los medios



Turbidez del agua de enjuague del medio



Filtración de seguridad

Se utilizan como pre tratamiento previo a los sistemas de membrana, conociéndose normalmente como filtros de cartucho, impidiendo que las partículas más finas (superiores a 20-30 micras) lleguen a las membranas.

Funcionamiento: el sistema más utilizado es mediante cartuchos desechables.

Filtros de cartucho



Filtros de cartuchos



Filtros de seguridad

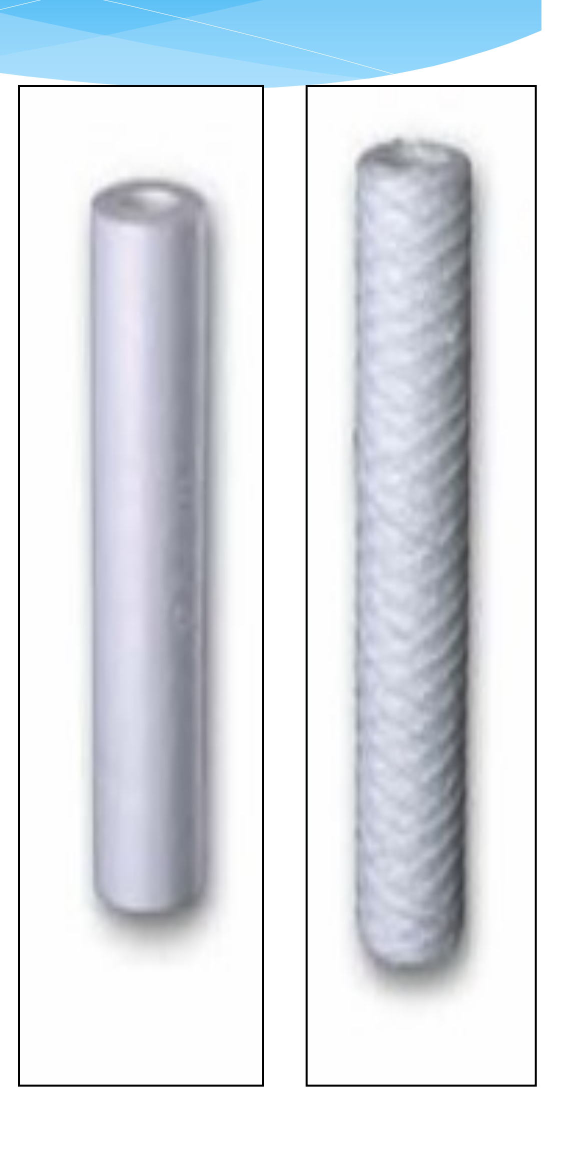
Los cartuchos, que suelen ser de polipropileno bobinado, extrusionado o plegado, tienen un alma o cuerpo central tubular sobre el que se enrolla (en el caso del bobinado) el material filtrante, de modo que las partículas quedan retenidas en su superficie y el agua pasa a través del medio filtrante hacia el tubo central.





Características

- Grado de filtración : de 1 μm a 50 μm.
  - Nominal: Elimina al menos el 90% de las partículas
  - Absoluto: Elimina al menos el 99% de las partículas
  - Se usan nominales
  - Un 5μm nominal equivale a un absoluto de 20-30 μm



Filtros de cartuchos

- Son filtros de seguridad.
- Su función no es remover suciedad.
- El SDI no puede disminuir después de pasar a través de ellos.
- Si eso ocurre, significa que el pre tratamiento no es bueno.
- Su función es evitar que materia grande (Arena, antracita, granos plásticos o metálicos, etc.) puedan llegar a la BAP y las membranas.

Filtros de cartuchos

Diseño

- Son necesarios siempre, sobre todo cuando el pre tratamiento es a base de MF/UF
- Los cartuchos se fabrican en longitudes múltiplos de 0,25 m.
- Los mas comunes son los de 1 m. y 1,5 m.
- Un buen flujo de diseño es 0,5 m^3/h por sección de 0.25 m. (2m^3/h por cartucho de 1 m.)
- La mayoría de instaladores usan 0,6 m^3/h

Filtros de cartucho

- Los Cartuchos se ensucian de fuera a dentro generándose un anillo marrón que va creciendo.

- Cuando la sección marrón está próxima a alcanzar el interior, es tiempo de cambiarlos.

- Es necesario asociar esa situación a la presión diferencial, para saber cuando comenzar el cambio.
- El valor mas frecuente de presión diferencial para el cambio es de alrededor de 1 bar.

Filtros de cartucho

- Si no se cambian a tiempo, paran de filtrar y comienza a pasar suciedad hacia delante.
- Pero peor que eso, si se sobrepasa cierto valor de presión diferencial, ocurre un fenómeno llamado “flash release”
- Todo el material acumulado dentro de los cartuchos, se expulsa de repente, acabando en las membranas.
- Todo el trabajo realizado durante meses se arruina en pocos segundos.

Filtros de cartucho

- En Plantas con filtros granulares (Arena y antracita), si una boquilla se rompe, grandes cantidades del medio llegan a los cartuchos
- La presión diferencial aumenta súbitamente, debido a la acumulación del medio dentro del filtro.
- Después de algún tiempo, la presión diferencial disminuye.
- ¿Qué ha ocurrido?

Filtros de cartucho

- La alta presión diferencial y la acumulación de medio curvan algunos cartuchos, originando su desconexión de los soportes.
- Una vez que uno o varios cartuchos se desconectan, el medio comienza a pasar, reduciendo la presión diferencial.
- Es un problema frecuente, que ha dañado muchas BAP y membranas de OI.
- Acciones para evitarlo: Software de detección; filtros de cesta o segunda etapa de filtros de cartucho

Filtros de cartucho

- Si el incremento de presión es muy lento, o nulo, debemos sospechar que existe algún problema, tal como:
- No se han instalado todos los cartuchos (Hay orificios libres baipaseando el agua)
- (Se evita suministrando a los operarios el número exacto de cartuchos)
- Algunos cartuchos se han salido de sus soportes.
- Algunos cartuchos se han instalado inclinados no entrando en sus soportes.

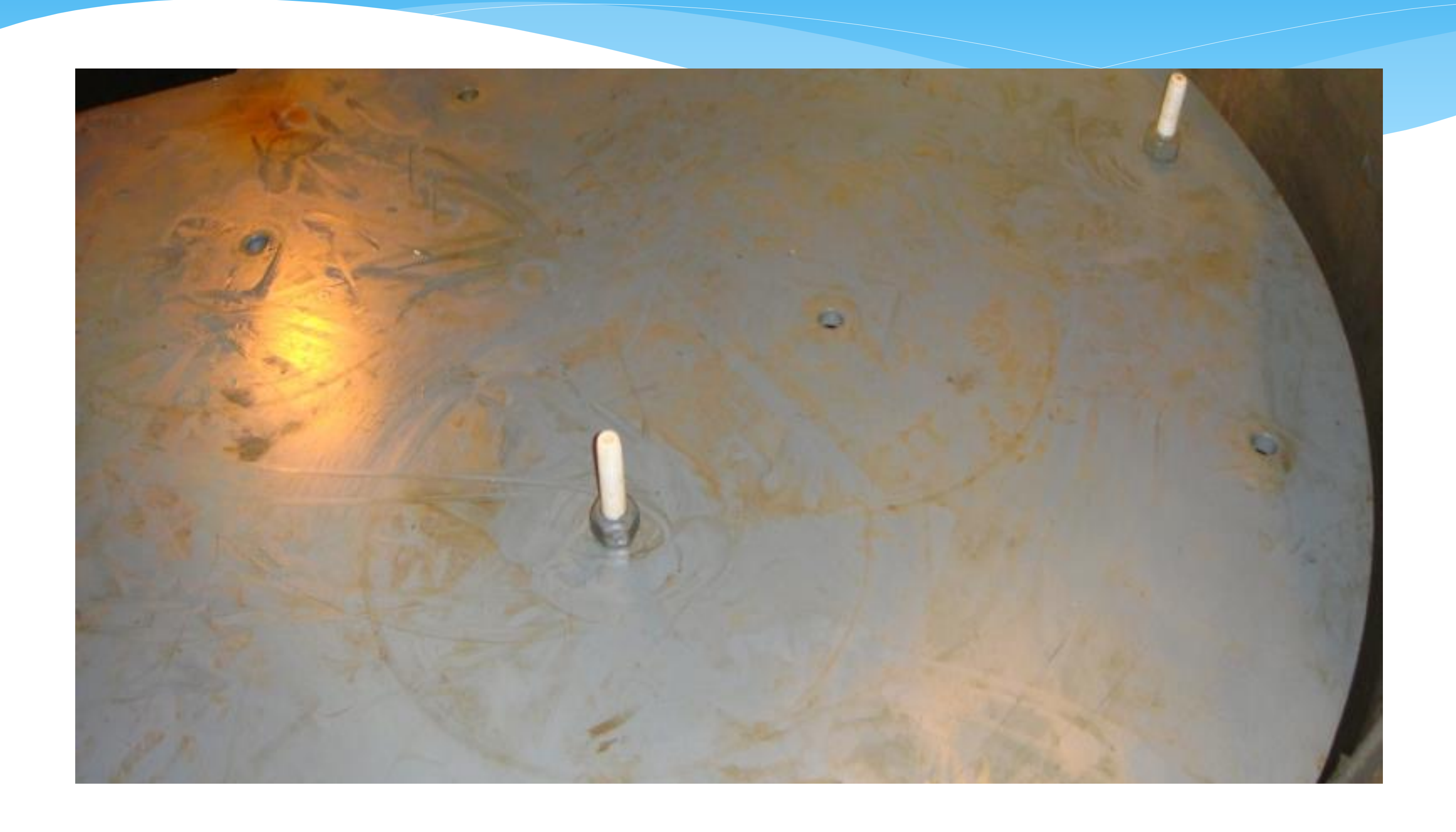
Falta de estanqueidad



Filtros de cartucho

* Observar cartuchos usados para ver si se han retirado a tiempo.
* Comprobar los internos del recipiente en busca de imperfecciones (Falta de apriete, muelles, estado de la placa de apriete, estanqueidad, etc.)
* No reusar los cartuchos.

Falta de compresión (faltan tirantes)



Reúso de cartuchos



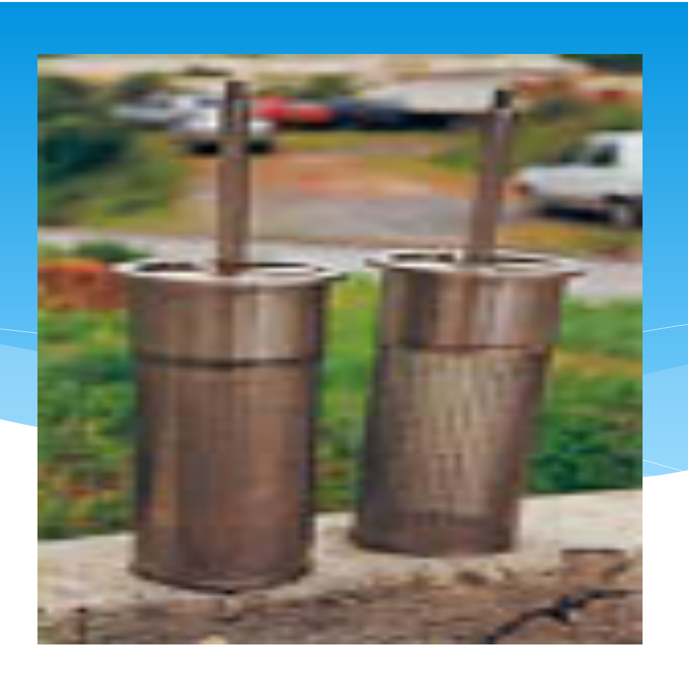
Cartuchos re usados



Filtros autolimpiantes



Filtros auto limpiantes (cestas perforadas y mallas)



Cestas de acero inox perforados o mallas

–Tamaño del orificio mas usual entre 100 y 300 micras.

–(No debe ser menor de 100 micras).

–Se usan como paso previo a las membranas de UF / MF



Malla de acero noxidable multicapa

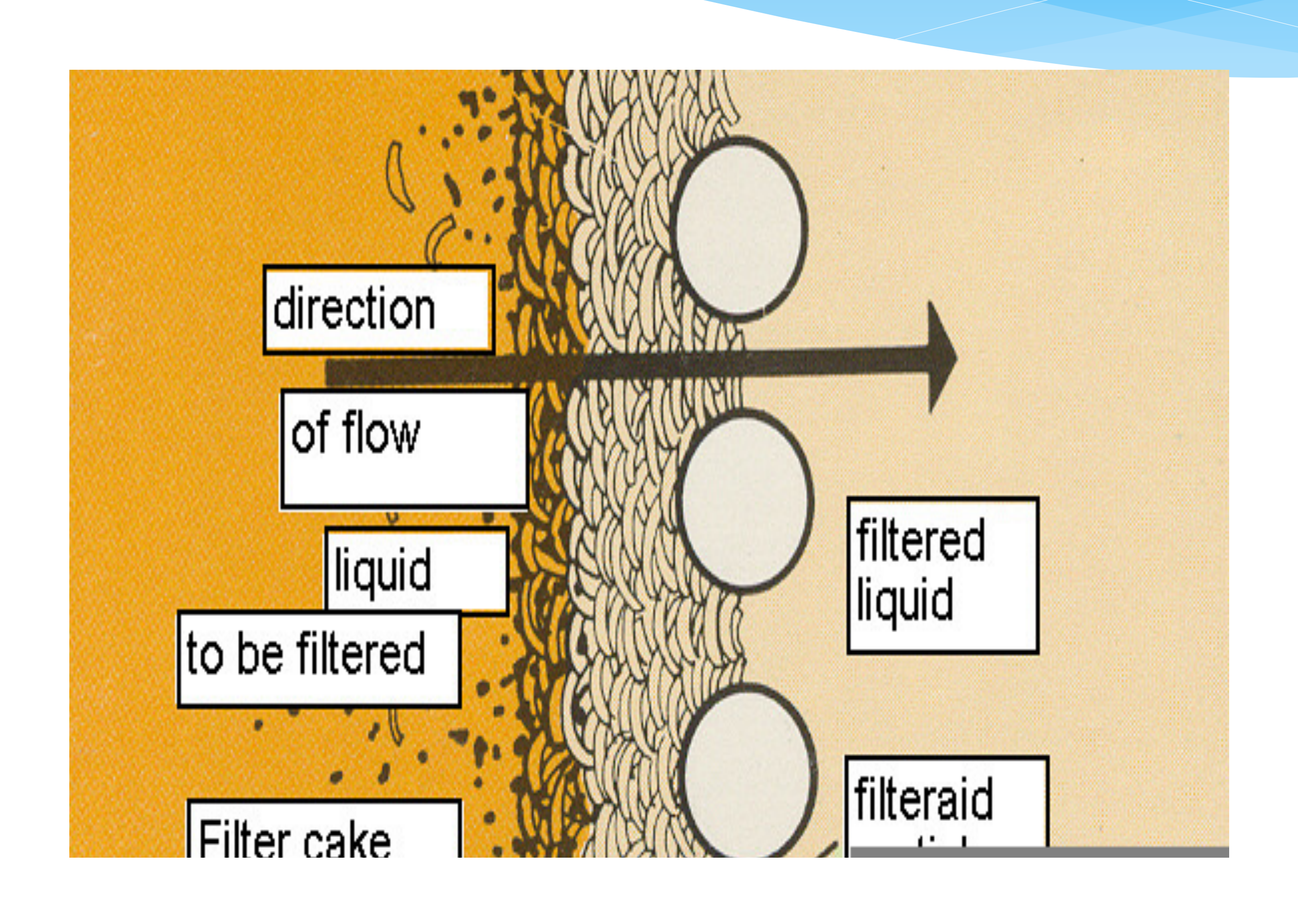
Filtros precapa

–Los filtros precapa son una variante de los filtros de cartuchos, en los cuales se forma una precapa con un material filtrante fino, como las diatomeas, la perlita o el carbón activado, que forman una película sobre el cartucho produciendo así una filtración más fina.

–Una vez que la precapa está muy cargada y disminuye el caudal, hay que eliminarla y añadir otra capa nueva.

–Son filtros de elevado coste y mantenimiento y su ubicación más común es entre los filtros de arena y los de cartuchos. Dada su complejidad de operación en la actualidad son poco utilizados.

Filtración precapa



Diatomeas

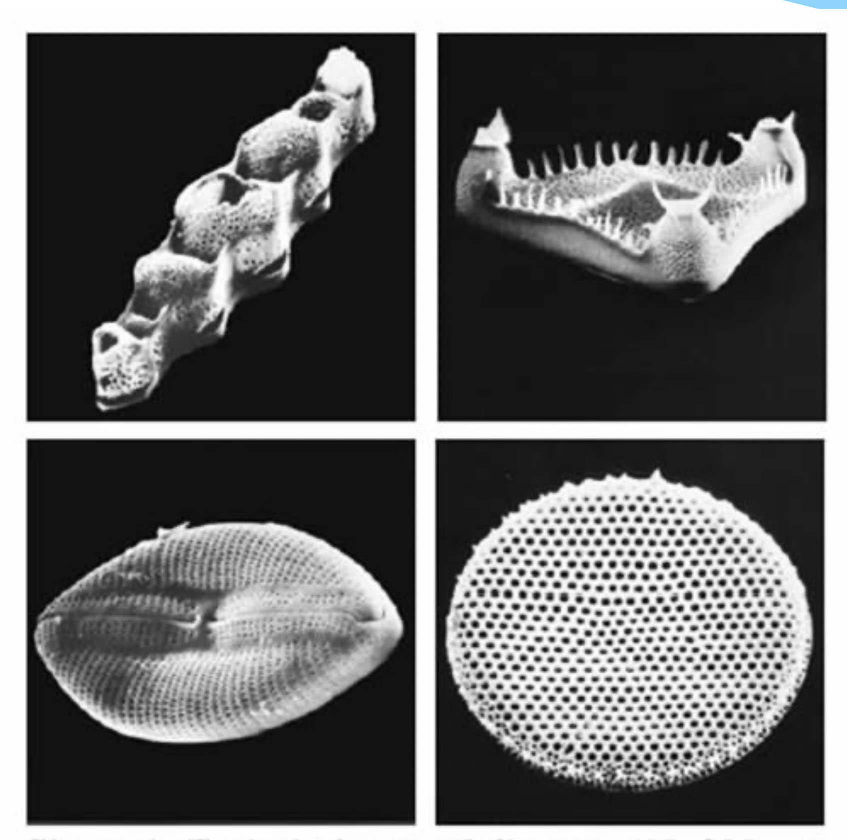
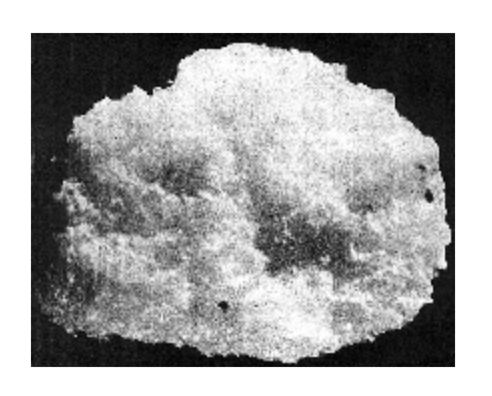
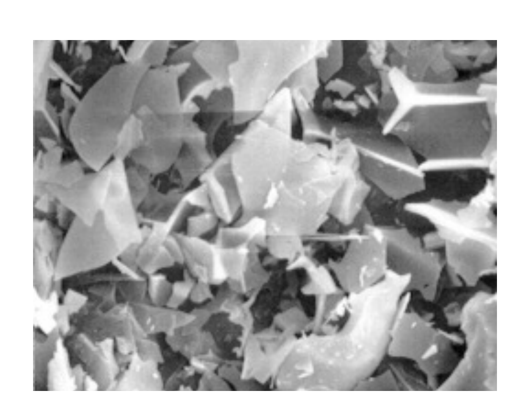


Figure 1. Typical shapes of diatoms (10–200 μm in diameter).

- Se usan polvos minerales o materiales orgánicos fibrosos.
- Los mas corrientes son diatomeas, perlita y celulosa.
- Las diatomeas son los esqueletos silíceos de algas unicelulares.

Perlita





* **Perlita es un mineral amorfo de silicato alumínico sódico potásico.**
* **Al calentarlo a 800 grados, se expande unas 200 veces.**

Filtro precapa

* En la operación, se suele añadir periódicamente pequeñas cantidades del mismo material de la precapa, al objeto de cubrir zonas que no tienen precapa y mejorar por tanto la calidad del efluente.

Filtros precapa – Cartuchos soporte



Filtros precapa



Filtros de disco

-Conjunto de discos de material plástico apilados mediante un muelle.

-Los discos se separan durante el lavado para facilitar la eliminación del material acumulado.

Se utilizan como pre tratamiento de las membranas de MF/UF

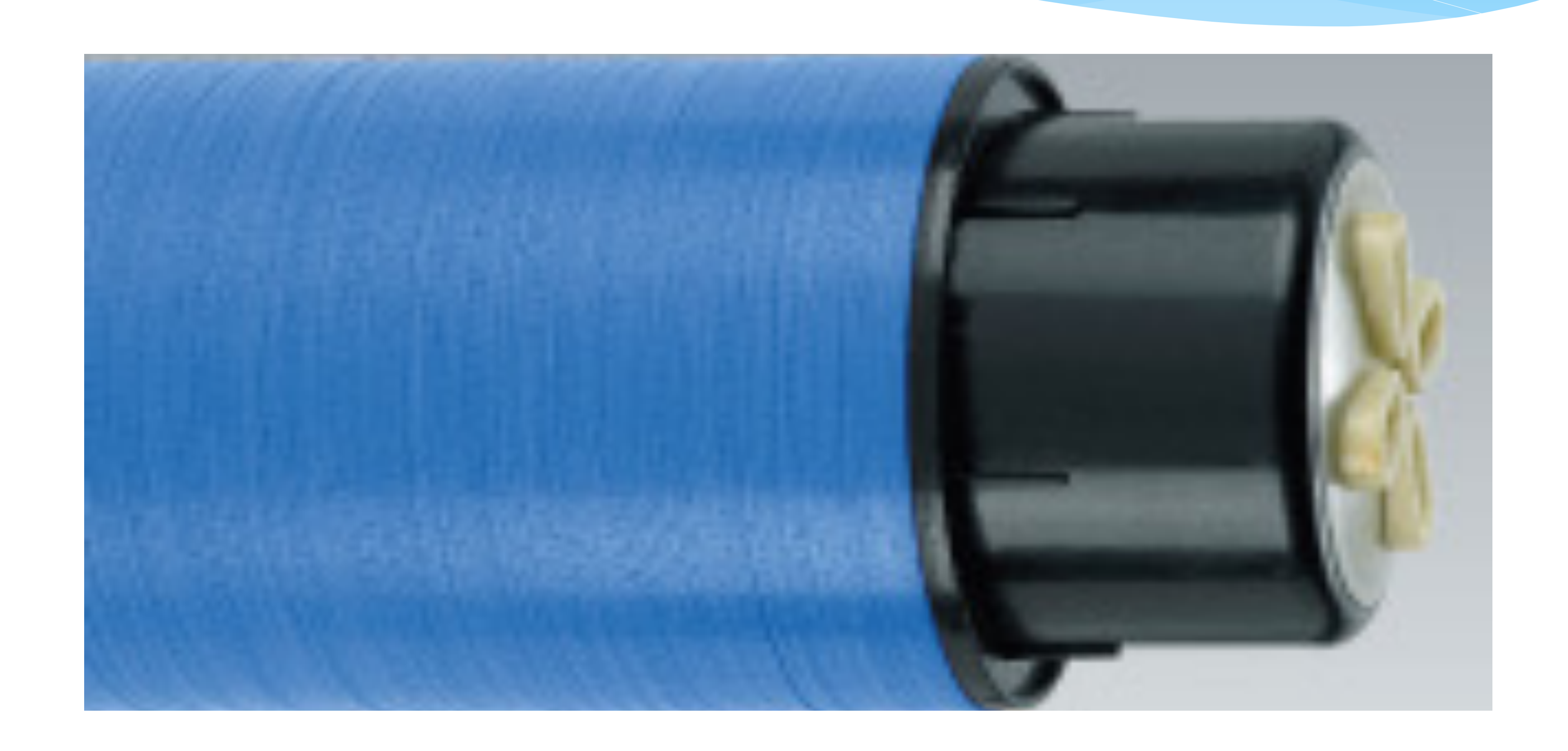
Filtros de disco

* Mi experiencia con estos filtros no es nada buena.
* No remueven lo que se supone que deberían
* Validos para materia grande.
* En alguna Planta se han tenido que sustituir por filtros de malla auto limpiantes.

Filtro de disco



Filtro de disco



Discos filtrantes

